DFO - Library / MPO - Bibliothèque
14011533

# Distribution des paramètres océanographiques des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent au large de Rimouski (juin-juillet 1990)

C. Lafleur, Y. Gratton, J.-P. Chanut,
C. Savenkoff, A.F. Vézina et P. Vinet

Division de la Productivité des Océans
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

1996

Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 981

1F

Pêches et Océans Fisheries and Océans

Canada

2008-03585/

## Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports statistiques servent à classer et à archiver les compilations de données pour lesquelles il y a peu ou point d'analyse. Ces compilations auront d'ordinaire été préparées à l'appui d'autres publications ou rapports. Les sujets des rapports statistiques reflètent la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Oceans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports statistiques ne sont pas destinés à une vaste distribution et leur contenu ne doit pas être mentionné dans une publication sans autorisation écrite préalable de l'établissement auteur. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports statistiques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 25 de cette série ont été publiés à titre de relevés statistiques, Services des pêches et de la mer. Les numéros 26 à 160 ont été publiés à titre de rapports statistiques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 161.

Les rapports statistiques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

## Canadian Data Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Data reports provide a medium for filing and archiving data compilations where little or no analysis is included. Such compilations commonly will have been prepared in support of other journal publications or reports. The subject matter of data reports reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Data reports are not intended for general distribution and the contents must not be referred to in other publications without prior written authorization from the issuing establishment. The correct citation appears above the abstract of each report. Data reports are abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–25 in this series were issued as Fisheries and Marine Service Data Records. Numbers 26–160 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Data Reports. The current series name was introduced with the publication of report number 161.

Data reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

193729

Rapport statistique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques 981

1996

# Distribution des paramètres océanographiques des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent au large de Rimouski (juin-juillet 1990)

par

C. Lafleur[1], Y. Gratton[1], J.-P. Chanut[2], C. Savenkoff, A.F. Vézina et P. Vinet[2]

Division de la Productivité des Océans
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
C.P. 1000
Mont-Joli (Québec)
Canada G5H 3Z4

QH
96.5
C3
No 981F

[1] INRS-Océanologie, Rimouski, Qc, Canada, G5L 3A1
[2] Dép. Océanographie, UQAR, Rimouski, Qc, Canada, G5L 3A1

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1996
No de cat. Fs 97-13/981F ISSN 0706-5697

On devra citer la publication comme suit:

Lafleur, C., Y. Gratton, J.-P. Chanut, C. Savenkoff, A.F. Vézina et P. Vinet. 1996. Distribution des paramètres océanographiques des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent au large de Rimouski (juin-juillet 1990). Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 981: vi + 130 p.

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES ..... iii
LISTE DES ANNEXES ..... iv
RÉSUMÉ/ABSTRACT ..... v
PRÉFACE ..... vi
INTRODUCTION ..... 1
MÉTHODES ..... 2
TRAITEMENT DES DONNÉES DE COURANTOMÈTRES ..... 3
ÉTALONNAGE DES DONNÉES STD ..... 3
TRAITEMENT DES DONNÉES D'ADCP ..... 4
RÉSULTATS ..... 5
DISCUSSION ..... 5
REMERCIEMENTS ..... 6
RÉFÉRENCES ..... 7

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage ponctuel. ..... 1
Figure 2. Bathymétrie de la région d'étude et position des cinq mouillages. ..... 2
Figure 3. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m et à 40 m sous la surface, pendant G2 ..... 8
Figure 4. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m et à 40 m sous la surface, pendant G3 ..... 10
Figure 5. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m et à 40 m sous la surface, pendant G4 ..... 12

# LISTE DES ANNEXES

Annexe I

I.1. Description des mouillages. ..... 16

I.2. Positions des stations d'échantillonnage ponctuel. ..... 17

I.3. Date et heure des échantillonnages STD pour les campagnes G2, G3 et G4. ..... 18

I.4. Dates et heures des sections des campagnes G2, G3 et G4. ..... 21

Annexe II

II.1. Variations de la pression de l'eau illustrant les fluctuations des marées de vive-eau et semi-diurnes aux mouillages T1 et T4. ..... 24

II.2. Débits journaliers des trois principales sources en eau douce de l'estuaire du Saint-Laurent. ..... 26

II.3. Données horaires et données filtrées de température entre le 30 juin et le 9 juillet 1990 pour les mouillages T1, T2, T3, T4 et T5. ..... 27

II.4. Données horaires et données filtrées de salinité entre le 30 juin et le 9 juillet 1990 pour les mouillages T1, T2, T3, T4 et T5. ..... 32

II.5. Données horaires et données filtrées de la composante est du courant entre le 30 juin et le 9 juillet 1990 pour les mouillages T1, T2, T3, T4 et T5. ..... 37

II.6. Données horaires et données filtrées de la composante nord du courant entre le 30 juin et le 9 juillet 1990 pour les mouillages T1, T2, T3, T4 et T5. ..... 42

II.7. Diagrammes en bâtonnets des courants résiduels entre le 30 juin et le 9 juillet 1990 pour les mouillages T1, T2, T3, T4 et T5. ..... 47

Annexe III

III.1. Sections de température, salinité, concentration de particules en suspension, oxygène dissous et composantes de vitesse barocline pour la campagne G2. ..... 55

III.2. Sections de température, salinité, concentration de particules en suspension, oxygène dissous et composantes de vitesse barocline pour la campagne G3. ..... 81

III.3. Sections de température, salinité, concentration de particules en suspension, oxygène dissous et composantes de vitesse barocline pour la campagne G4. ..... 107

## RÉSUMÉ

Lafleur, C., Y. Gratton, J.-P. Chanut, C. Savenkoff, A.F. Vézina et P. Vinet. 1996. Distribution des paramètres océanographiques des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent au large de Rimouski (juin-juillet 1990). Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 981: vi + 130 p.

Ce rapport présente les distributions de température, de salinité, de concentration de particules en suspension, du pourcentage d'oxygène dissous par rapport à la saturation et des courants baroclines obtenus lors des campagnes d'échantillonnage à haute résolution dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, entre le 30 juin et le 9 juillet 1990. Les résultats sont rassemblés par sections transversales à l'estuaire. Les distributions de température, de salinité et des vitesses baroclines sont également présentées pour les coupes horizontales à 15 m et 40 m de la surface. Cette représentation des résultats a permis de mettre en évidence la présence d'un tourbillon anticyclonique associé à une masse d'eau plus chaude et plus douce traversant la région à l'étude.

## ABSTRACT

Lafleur, C., Y. Gratton, J.-P. Chanut, C. Savenkoff, A.F. Vézina et P. Vinet. 1996. Distribution des paramètres océanographiques des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent au large de Rimouski (juin-juillet 1990). Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 981: vi + 130 p.

This report presents distributions of temperature, salinity, baroclinic currents, suspended particulate material, and dissolved oxygen concentrations obtained during the repeated sampling of closely spaced stations in the lower St. Lawrence Estuary between June 30 and July 9, 1990. The data are presented as a set of cross-estuary vertical sections. Horizontal sections of temperature, salinity, and baroclinic currents at 15 and 40 m depth are also presented. This representation shows the presence of an anticyclonic eddy associated with the passage of a warmer and fresher water mass through the study region.

# PRÉFACE

## LE PROJET COUPPB

Ce rapport fait partie d'une série de documents portant sur le projet pluridisciplinaire «Couplage des processus physiques et biogéochimiques» (COUPPB). Le projet COUPPB résulte d'un effort de collaboration entre le MPO (A. Vézina, N. Silverberg), l'UQAR (A. Mauviel), l'INRS-Océanologie (Y. Gratton) et l'UQAM (K. Juniper). Il s'inscrit dans le cadre de projets de modélisation de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent supportés par le MPO. Son objectif est de dégager un modèle conceptuel de l'interaction des processus biologiques et géochimiques et de leur relation aux perturbations des propriétés physiques de l'estuaire maritime du St-Laurent. Dans le cadre de ce projet, des données ont été récoltées de 1989 à 1991 dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Les deux premiers volumes de cette série (Vézina *et al.* 1992, Vézina *et al.* 1994) présentent une analyse des structures horizontales de température, salinité, fluorescence et nitrate dans la couche de surface (0-30 m) pendant les campagnes de juin et juillet 1989 et 1990. Le troisième (Savenkoff *et al.* 1994) fait état de la variation saisonnière de l'activité biologique à partir des résultats de 1990 et 1991. Le présent rapport rassemble les données océanographiques recueillies dans la région de Rimouski sur l'ensemble de la colonne d'eau pour les trois campagnes de juin-juillet 1990.

## La PSS et le PSU

Le psu ou «*practical salinity unit*» est la nouvelle unité internationale de la salinité et remplace, depuis 1985 (UNESCO 1985), les «‰» ou «parties par mille». Il s'agit en fait d'une échelle sans unités (PSS ou «*Practical Salinity Scale*») qui correspond exactement aux anciennes valeurs numériques des «‰». Le psu doit être utilisée sans les qualificatifs «psu» ou «‰» dans les cas où la salinité varie entre 0.1 et 40 et qu'elle a été déterminée à partir d'un rapport de conductivité.

# INTRODUCTION

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'un projet multidisciplinaire visant à étudier le **cou**plage entre les **p**rocessus **p**hysiques et **b**iogéochimiques (COUPPB) afin de mieux comprendre la variabilité des processus biologiques à la méso-échelle dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Dans ce but, un important programme d'échantillonnage systématique des paramètres biologiques et physiques sur une région de 35 km par 70 km comportant une soixantaine de stations (Figure 1) a été mis sur pied dans l'estuaire maritime au large de Rimouski. Il s'est déroulé au cours des saisons estivales de 1989, 1990 et 1991. Les travaux antérieurs (Therriault et Levasseur 1985, Gratton *et al.* 1988, et Ingram et El-Sabh 1990), malgré un échantillonnage beaucoup moins raffiné, avaient déjà mis en évidence la présence de structures physiques à cette échelle. Ces structures peuvent grandement influencer la distribution des variables biologiques du milieu.

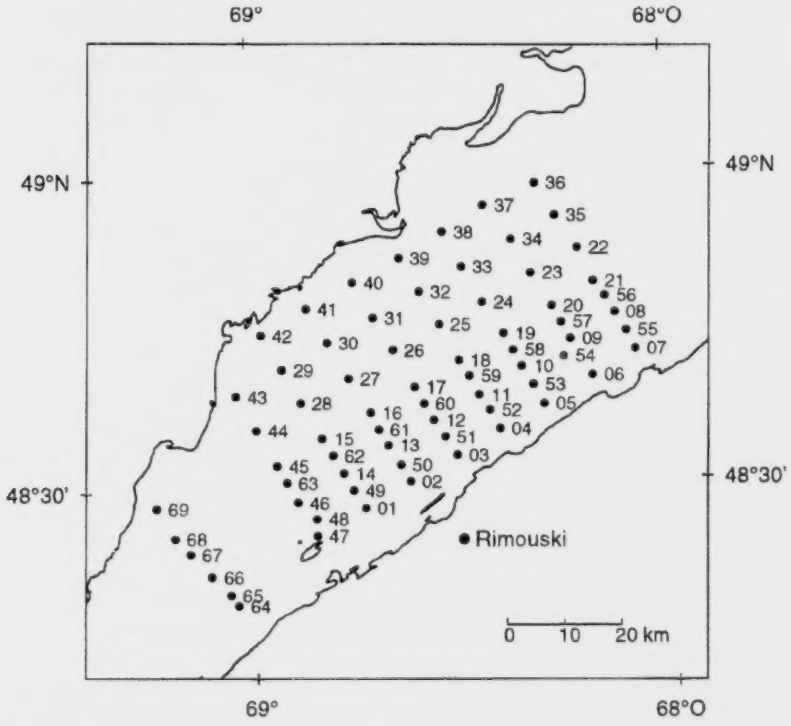



Figure 1. Localisation des stations d'échantillonnage ponctuel. Les sections transversales présentées en annexe sont identifiées par le numéro de la première station le long de la rive sud (stations 01, 02, 03, 04, 05, 06 et 07), à l'exception de la section 00 qui débute par la station 47.

Avant d'aborder le couplage physique-biologie, il faut au préalable identifier les structures physiques existantes. Ce rapport présente donc les résultats du traitement des données océanographiques recueillies entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990. Pendant cette période, chaque station a été visitée à trois reprises, permettant ainsi d'identifier des structures verticales et horizontales de vitesse barocline, de température, de salinité, de concentration de particules en suspension et de concentration en oxygène dissous. Les variations temporelles de la vitesse du courant, de la température et de la salinité obtenues à partir de cinq mouillages de courantomètres (Figure 2) sont également présentées pour la même période.

## MÉTHODES

Les paramètres océanographiques de la région d'étude ont été mesurés à l'aide de vingt courantomètres Aanderaa et de deux marégraphes Aanderaa répartis sur cinq mouillages (Figure 2 et Annexe I.1), d'un profileur Doppler de courant («*Acoustic Doppler Current Profiler*» ou ADCP) de la compagnie RD Instruments et d'un profileur STD-12 («*Salinity, Temperature, Depth*») de la compagnie Applied Microsystems. Ce dernier était également équipé d'un sonde

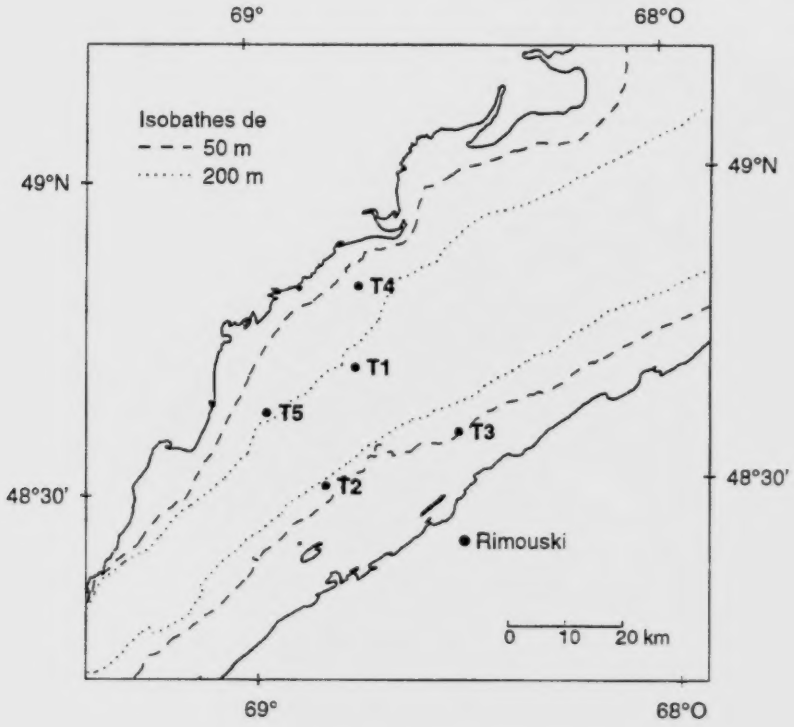



Figure 2. Bathymétrie de la région d'étude et position des cinq mouillages. Les deux marégraphes étaient localisés en T1 (350 m) et T4 (127 m).

d'oxygène dissous de la compagnie Royce ainsi que d'une sonde de turbidité de la compagnie SeaTech. Une sonde STD mesure les profils verticaux de pression, température et conductivité. La profondeur et la salinité sont ensuite calculées à partir de ces trois paramètres. Des échantillons d'eau ont été récoltés à différentes profondeurs (25, 50, 70, 90, 110, 150, 200, 250 et 300 m) aux stations 23, 26 et 67 à l'aide de bouteilles Niskin afin d'étalonner les profils de concentrations de particules en suspension et ceux d'oxygène dissous. Un ADCP de 150 kHz permet de mesurer les courants horizontaux à un maximum de 128 profondeurs, jusqu'à environ 350 m. L'appareil calcule en fait le courant moyen sur une série de tranches horizontales appelées des «bins». L'erreur de mesure est inversement proportionnelle à l'épaisseur des bins. Nous avons choisi de mesurer les courants à tous les huit mètres, le centre du premier bin étant situé à 14 m. Le profil vertical du courant y était acquis en continu le long des sections transversales et moyenné directement par l'ADCP pendant une période d'une minute.

L'échantillonnage continu (aux 20 minutes) sur les mouillages fixes s'est étalé sur toute la saison estivale, soit de la mi-mai à la fin septembre, aux positions et profondeurs indiquées à l'Annexe I.1. L'échantillonnage ponctuel s'est déroulé en trois temps: la première campagne (G2) eut lieu du 30 juin au 2 juillet (jours 180-183), la seconde (G3), du 3 au 6 juillet (jours 184-187) et la troisième (G4), du 7 au 9 juillet (jours 188-190). Les données de la campagne G1 sont incomplètes (deux sections seulement) et ne sont pas incluses dans ce rapport. La section 64 (stations 64 à 69) n'est pas incluse puisqu'elle a été visitée de façon partielle uniquement pendant les campagnes G1 et G3. Chaque campagne a débuté à la station 47 et les stations ont été visitées à chaque fois dans le même ordre: station 47 vers la station 43, station 42 vers la station 01, station 02 vers la station 41, station 40 vers la station 03, station 04 vers la station 39, station 38 vers la station 05, station 06 vers la station 37 et station 36 vers la station 07. Chaque section transversale a été couverte en moins de six heures. Pendant chaque campagne, un profil STD a été obtenu pour chacune des stations dont la position est indiquée à la Figure 1 et à l'Annexe I.2; la date et l'heure de chaque profil sont présentées à l'Annexe I.3, pour chacune des campagnes. Les heures de début et de fin de chacune des sections sont présentées à l'Annexe I.4. L'ADCP, quant à lui, a fonctionné en continu.

## TRAITEMENT DES DONNÉES DE COURANTOMÈTRES

Les séries temporelles ont été filtrées à l'aide d'un filtre passe-bas afin de supprimer les variations de périodes plus courtes que 25 heures. Nous avons utilisé un filtre de type IIR («*infinite impulse response*»; Parks and Burrus 1987) avec un seuil de 0.04 cycle par heure. Le filtre est tout d'abord appliqué vers l'avant, c'est-à-dire à partir du premier point, puis vers l'arrière, c'est-à-dire à partir du dernier point de chaque série. Ce traitement permet d'éliminer, entre autres, les variations diurnes et semi-diurnes de la marée ainsi que les effets atmosphériques de courtes durées.

## ÉTALONNAGE DES DONNÉES STD

Les profils de température et de salinité, depuis la surface jusqu'au fond, ont été obtenus directement des mesures STD. Par contre, ceux des concentrations de particules en suspension et d'oxygène dissous ont nécessité un étalonnage. Dans ces cas, les quantités mesurées par le STD-12 d'Applied Microsystems ont été ajustées en fonction des résultats de l'analyse en laboratoire

des échantillons d'eau récoltés simultanément à l'aide de bouteilles Niskin de 12 L. Le contenu en oxygène dissous a été déterminé suivant la méthode de Winkler (Aminot et Chaussepied 1983). Un coefficient de corrélation de 0.95 ($n = 90$, $p < 0.001$) entre les mesures obtenues sur le terrain par la sonde et les concentrations calculées en laboratoire permet d'apprécier l'exactitude de l'étalonnage. La transmissivité mesurée par le transmissomètre fixé au STD-12 a été transformée en une estimation de la concentration en particules en suspension grâce à une analyse granulométrique des échantillons d'eau au moyen d'un compteur Coulter (modèle TA II) de la compagnie Coulter Electronics Canada. Les concentrations ainsi obtenues pour les différentes classes de taille ont été cumulées pour produire l'estimation du volume total de particules en suspension. Une corrélation de 0.91 ($n = 79$, $p < 0.001$) a été obtenue entre l'opacité (i.e. 100 moins le pourcentage de transmission) et le volume de particules. Les unités de concentration sont les «ppm» ou parties par million en termes de volume, car le compteur Coulter calcule le volume des particules. Les équations d'étalonnage des deux sondes sont:

$$O_2\ (\text{ml l}^{-1}) = -0.119*[O_2\ \text{STD}\ (\text{ml l}^{-1})]^2 + 2.120\ *[O_2\ \text{STD}\ (\text{ml l}^{-1})] - 1.909$$

et

$$[\text{Particules en suspension (ppm)}] = -0.525 + 0.058\ *(\text{Opacité STD}).$$

De façon à uniformiser le pas d'échantillonnage vertical, tous les profils STD ont été ramené à un intervalle régulier d'une donnée au mètre par interpolation linéaire. L'interpolation linéaire a été choisie à cause de la grande densité de données.

## TRAITEMENT DES DONNÉES D'ADCP

De la multitude de profils verticaux des courants horizontaux enregistrés lors des trois missions (G2, G3 et G4) grâce à l'ADCP, nous avons extrait ceux qui nous permettaient de calculer la moyenne de 5 à 10 enregistrements successifs d'une minute chacun (au moins 100 profils consécutifs). Une résolution le long des sections d'environ un profil vertical à tous les deux kilomètres a ainsi été obtenue, alors que la résolution selon l'axe de l'estuaire, qui est fixée par la trajectoire du navire, est de 10 km. Le pas vertical de 4, 8 ou 16 m a été uniformisé à 8 m par interpolation linéaire. La moyenne verticale des courants a été enlevée de façon à ne conserver que la composante barocline du courant permettant ainsi d'éliminer en grande partie la composante barotrope de la marée semi-diurne de chacun des profils. Cette opération n'affecte en rien les vitesses associées aux vagues et marées internes. Ceci a été rendu nécessaire parce qu'il était presqu'impossible de calculer la vitesse absolue (vitesse mesurée par l'ADCP moins la vitesse du navire) à cause de l'erreur sur le calcul de la vitesse du navire et parce que les forts courants de marée se renversent à toutes les six heures. Pour des couches de 8 m, dans des conditions optimales d'utilisation et en moyennant pendant au moins cinq minutes (100 mesures), la précision d'un ADCP de 150 kHz est de l'ordre du $cm \cdot s^{-1}$, selon le manufacturier. L'erreur réelle est impossible à calculer mais est définitivement plus élevée. Subjectivement, nous estimons que l'erreur se situerait plutôt entre 5 à 10 $cm \cdot s^{-1}$.

## RÉSULTATS

L'échantillonnage ponctuel a débuté en période de morte-eau au jour 181 (30 juin) de l'année 1990 et s'est poursuivi jusqu'aux marées de vive-eau du jour 190 (9 juillet) (Annexe II.1). Il s'est déroulé vers la fin de la période des crues d'eau douce printanières (Annexe II.2). Pendant cette période, les séries temporelles de température et salinité obtenues des cinq mouillages (T1 à T5; Figure 2) montrent des fluctuations dissemblables (Annexe II.3 et II.4). Ces variations ont atteint en surface jusqu'à 3°C en température et 2 en salinité à certains mouillages (T3 et T4). De la même façon, la distribution des courants résiduels (Annexes II.5, II.6 et II.7) n'est pas uniforme. Les courants de surface (à 20 m) à T2 sont toujours dirigés vers l'aval, tandis que les courants à T1 et à T2 varient en grandeur et en direction. Une interprétation est proposée dans la prochaine section.

Les distributions verticales des paramètres océanographiques de chaque campagne (Annexe III) sont présentées par sections transversales, entre la rive sud et la rive nord, dans l'ordre où elles ont été recueillies. Chaque section a été couverte en cinq ou six heures. Pour la grille considérée, huit sections distinctes ont été ainsi obtenues et numérotées de 00 à 07. Le numéro de la section correspond au numéro de la première station de la section près de la rive sud, à l'exception de la section 00 qui commence par la station 47 (Figure 1). Pour chaque section, les contours de chacun des paramètres (T, S, $O_2$, concentration en particules) ont été tracés à partir de l'interpolation linéaire des valeurs de même profondeur sur des grilles régulières de mailles de 2.5 km par 1 m pour les paramètres obtenus du STD et de 2.5 km par 8 m dans le cas des vitesses baroclines obtenues à partir des mesures d'ADCP. Les contours ainsi produits (Annexe III.1, III.2 et III.3) ont subi un lissage spatial de type laplacien.

Des coupes horizontales de la grille d'échantillonnage situées à 15 et 40 m de profondeur ont également été tracées pour les paramètres température, salinité et vitesse barocline (Figures 3, 4 et 5). Pour ce faire, les données ont été interpolées sur des grilles horizontales de mailles de 2.5 km par 2.5 km. Dans le cas des données de température et salinité, une méthode d'interpolation par distance inverse a été utilisée. Les données d'ADCP étant déjà disponibles à tous les 2 km, une interpolation linéaire a été jugée suffisante. Les données des couches de 8 à 16 m et 32 à 40 m ont été utilisées pour préparer ces coupes. Les sections horizontales ont aussi été lissées à l'aide d'un opérateur de type laplacien.

## DISCUSSION

Les séries chronologiques présentées à l'Annexe II, les contours horizontaux des Figures 3, 4 et 5, ainsi que les contours verticaux de l'Annexe III montrent une variabilité importante des paramètres océanographiques à l'intérieur de la grille de 35 km par 70 km pendant les 10 jours d'observations. Le lecteur trouvera une discussion sommaire de ces résultats dans Gratton et Vézina (1994).

À 15 m de la surface, la circulation barocline est marquée par la présence d'un tourbillon anticyclonique pendant G2 (Figure 3a). Ce tourbillon se précise durant G3 (Figure 4a) et s'attenue durant G4 (Figure 5a) tout en se déplaçant graduellement vers l'est. Il possède une rotation inverse de celui observé par Gratton *et al.* (1988). Toutefois, selon les observations de juin-juillet 1990, il ne semble pas exister de structure permanente dans cette région de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. La distribution des propriétés physiques varie également avec les changements de courants. Les distributions horizontales de la salinité et de la température pendant G2 sont marquées par des gradients transversaux de température de 2 à 3°C (Figure 3a) et de salinité de 2 (Figure 3b). Une langue d'eau chaude et peu salée bornée par les isothermes de 7°C (Figure 4a) et l'isohaline de 27 (Figure 4b) est observée sur la rive sud près de Rimouski. Cette formation se déplace vers l'est et s'intensifie entre G2 et G3 avec l'apparition dans la grille des isolignes de température de 8°C et de salinité de 25 et 26. L'eau plus douce peut être amenée rapidement vers la rive nord par des courants transversaux de l'ordre de 40 $cm \cdot s^{-1}$ (Figure 4a et 4b). Pendant G4, la langue d'eau douce est advectée encore plus à l'est alors qu'à l'ouest on remarque un retour des eaux plus froides (Figure 5a) et plus salées (Figure 5b) qui étaient présentes pendant G2.

À 40 m de la surface, le même comportement semble se produire. Les propriétés physiques de la région à cette profondeur sont plus uniformes (Annexe III) et la structure est moins prononcée. Cependant, un tourbillon anticyclonique est présent entre les kilomètres 40 et 70 pendant G2 (Figure 3b), s'amplifie pendant G3 (Figure 4b) et persiste en G4 (Figure 5b).

Il semble donc que nous ayons été témoin du passage d'une masse d'eau plus douce et plus chaude dans cette région de l'estuaire maritime. Cette masse d'eau a pénétré dans la zone d'étude par le sud puis elle a été transportée vers la rive nord. Actuellement, les mécanismes ayant pu causer cette structure ne sont pas connus avec certitude. L'hypothèse de l'arrivée subite d'une grande quantité d'eau douce, un pulse, dans cette région pendant la période d'échantillonnage est proposée par Gratton et Vézina (1994). À cet effet, une analyse plus approfondie des séries chronologiques pendant toute la prériode des crues printannières est envisagée. Une comparaison avec les distributions des mêmes paramètres pendant la campagne de juin-juillet 1989 (Vézina *et al.* 1992; Vézina *et al.* 1995) est aussi prévue. Une meilleure compréhension des processus physiques nous permettra alors de déterminer leur impact sur les processus biologiques.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions les volontaires P. Colas, A. Mauviel, N. Navarro, I. Néant, L. Patris, L. Roseberry et A. Tremblay, les techniciens R. Bélanger, S. Cantin, R. Démarais, G. Desmeules, M. Laroche et R. Pigeon, ainsi que les assistants de recherche S. Arsenault, C. Bélanger, M. Couture, A. Létourneau et P. Martineu qui ont participé aux missions en mer. Nous avons aussi grandement apprécié l'excellent travail de l'équipage du *Alcide C. Horth* et de P. Michotte de Reformar. Cette recherche a bénéficié du support financier du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur du Québec, du Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada, du Programme de subventions de recherche du ministère des Pêches et des Océans du Canada et du Fonds institutionnel de recherche de l'Université du Québec à Rimouski.

# RÉFÉRENCES

Aminot, A. et M. Chaussepied. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin, CNEXO, Brest, 395 p.

Environnement Canada 1990. Sommaire chronologique de l'écoulement, Québec, Canada 1990. Publication du gouvernement du Canada. EN 36-418/1990-8, 526 p.

Gratton, Y., G. Mertz et J.A. Gagné. 1988. Satellite observations of tidal upwelling and mixing in the St. Lawrence Estuary. J. Geophys. Res. 93: 6947-6954.

Gratton, Y. et A.F. Vézina. 1994. Variabilité des phénomènes physiques et biologiques à la méso-échelle dans l'estuaire maritime du St-Laurent. Océanis, 20(6): 45-57.

Ingram, R.G. et M.I. El-Sabh. 1990. Fronts and mesoscale features in the St. Lawrence Estuary, p. 71-93. Dans M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éds) Oceanography of Large-Scale Estuarine System, The St. Lawrence. Springer-Verlag, New York.

Parks, T.W. et C.S. Burrus. 1987. Digital filter design. John Wiley and Sons, New York, 342 p.

Savenkoff, C., L. Comeau, A.F. Vézina et Y. Gratton. 1994. Seasonal variation of the biological activity in the St. Lawrence Estuary. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2006 : v+22p.

Therriault, J.-C. et M. Levasseur. 1985. Control of phytoplankton production in the lower St. Lawrence Estuary: light and freshwater runoff. Natural. Can. 112: 77-96.

UNESCO. 1985. The international system of units (SI) in oceanography. UNESCO Technical Papers No. 45, IAPSO Pub. Sci. No. 32, Paris, France.

Vézina, A.F., Y. Gratton, N. Navarro et L. Devine Castonguay. 1994. Structure thermohaline et biologique de la couche de surface de l'estuaire maritime du Saint-Laurent II. juin-juillet 1990. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 894 : vi+79p.

Vézina, A.F., Y. Gratton et P. Vinet. 1995. Mesoscale physical-biological variability during a summer phytoplankton bloom in the lower St. Lawrence estuary. Estuar. Coast. Shelf Sci., 41: 393-411.

Vézina, A.F., P. Vinet et L. Devine Castonguay. 1992. Structure thermohaline et biologique de la couche de surface de l'estuaire maritime du Saint-Laurent I. juin-juillet 1989. Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat. 894 : v+125p.

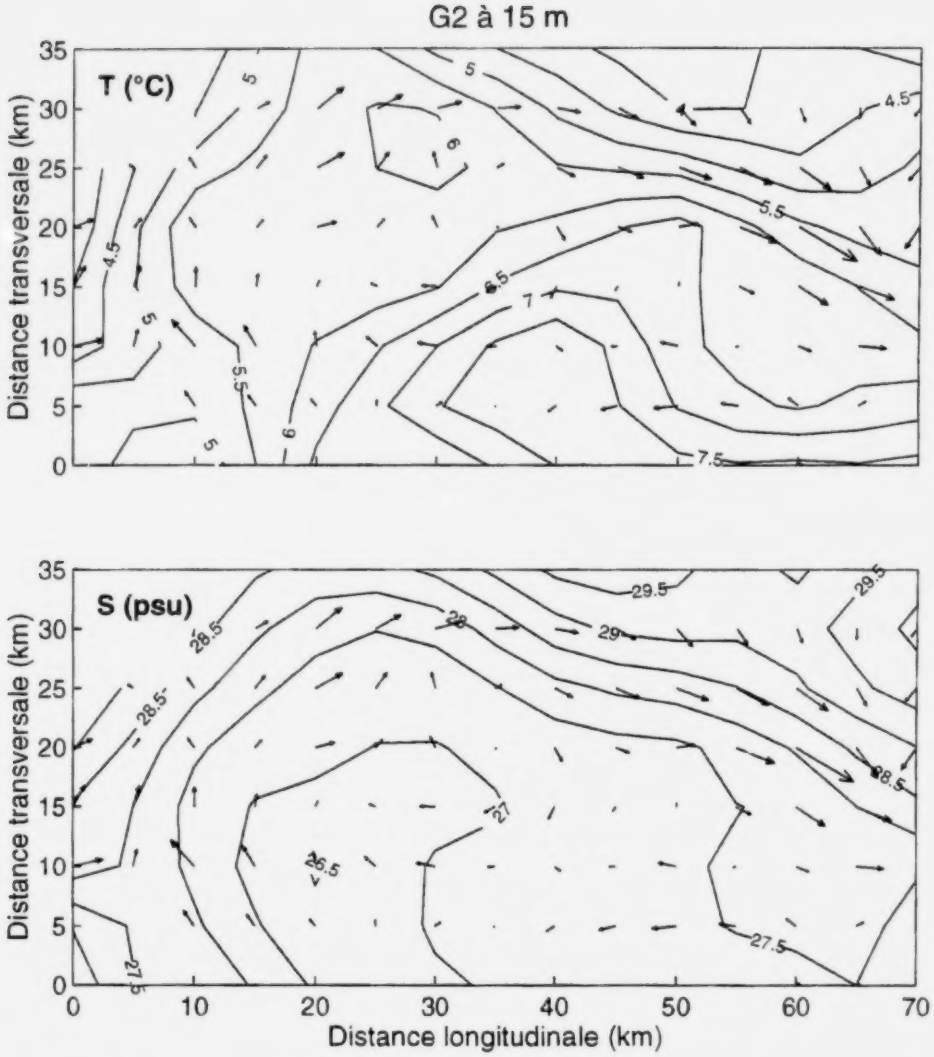



Figure 3a. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m sous la surface, pendant G2. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

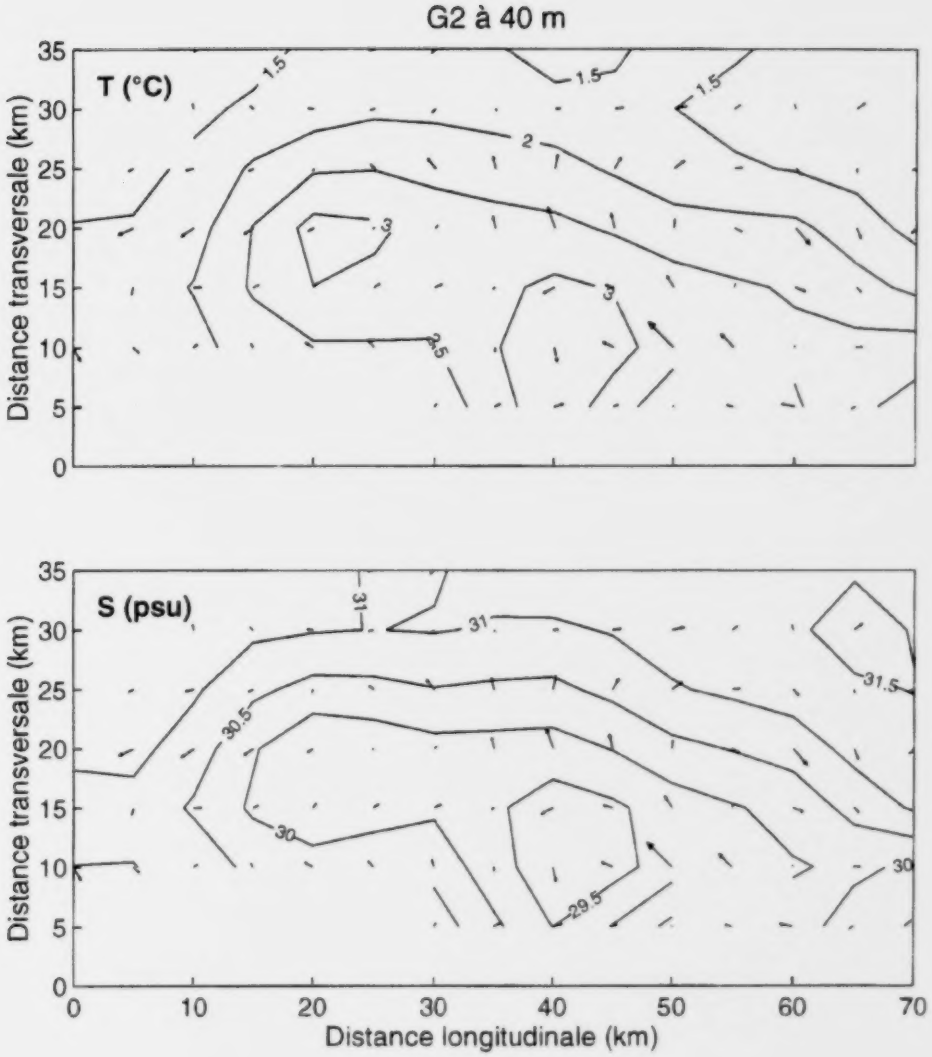



Figure 3b. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 40 m sous la surface, pendant G2. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

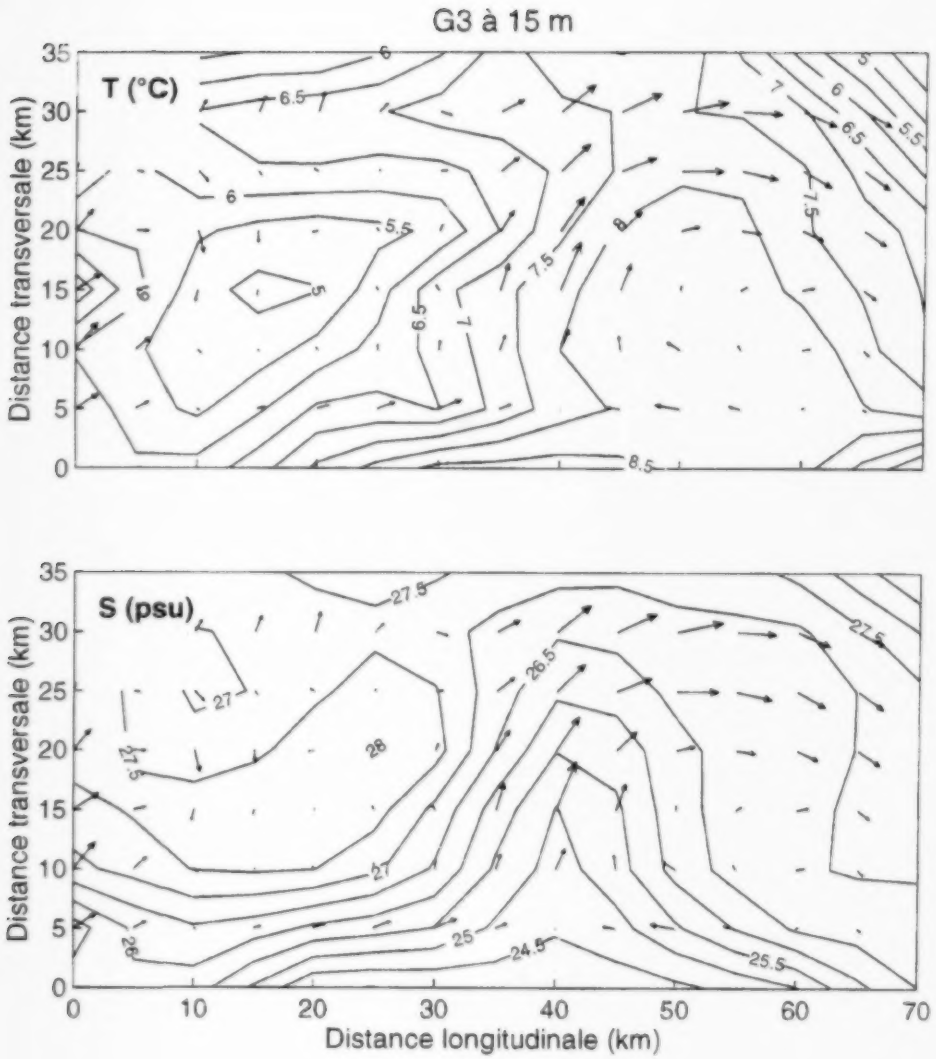



Figure 4a. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m sous la surface, pendant G3. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

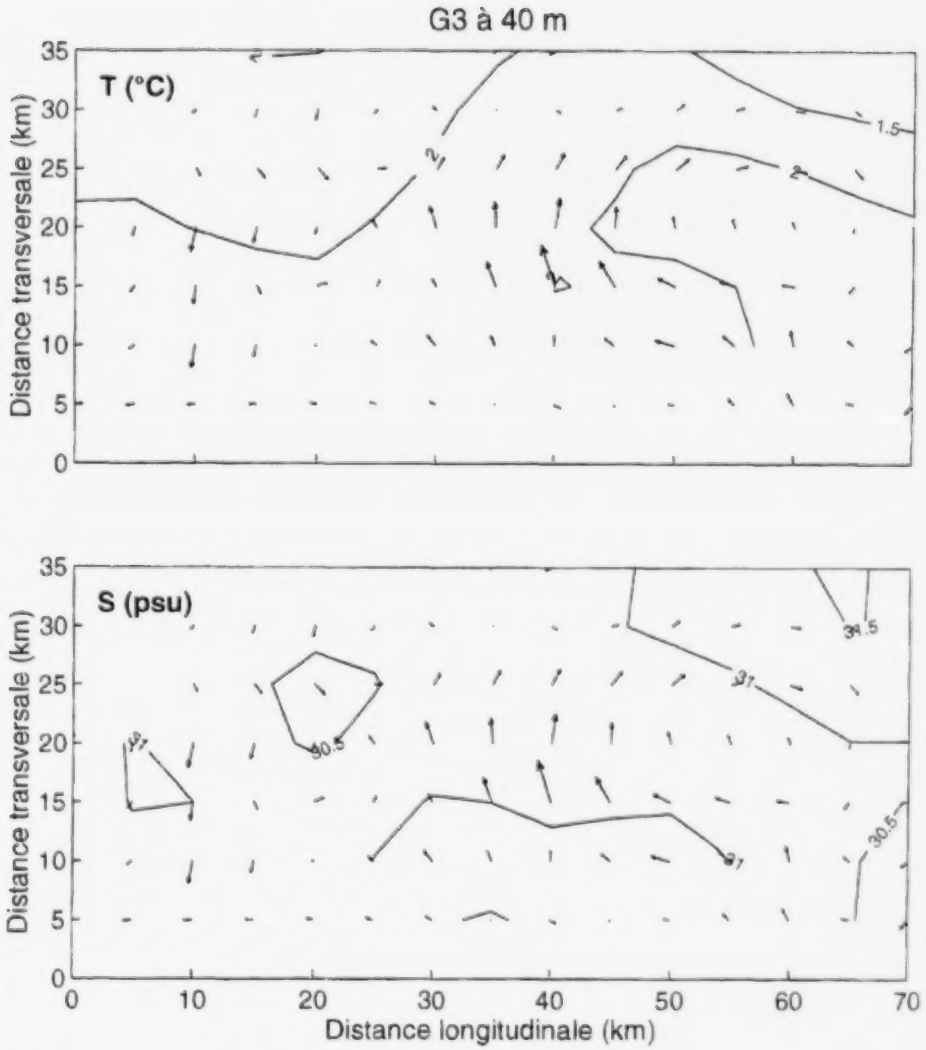



Figure 4b. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 40 m sous la surface, pendant G3. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

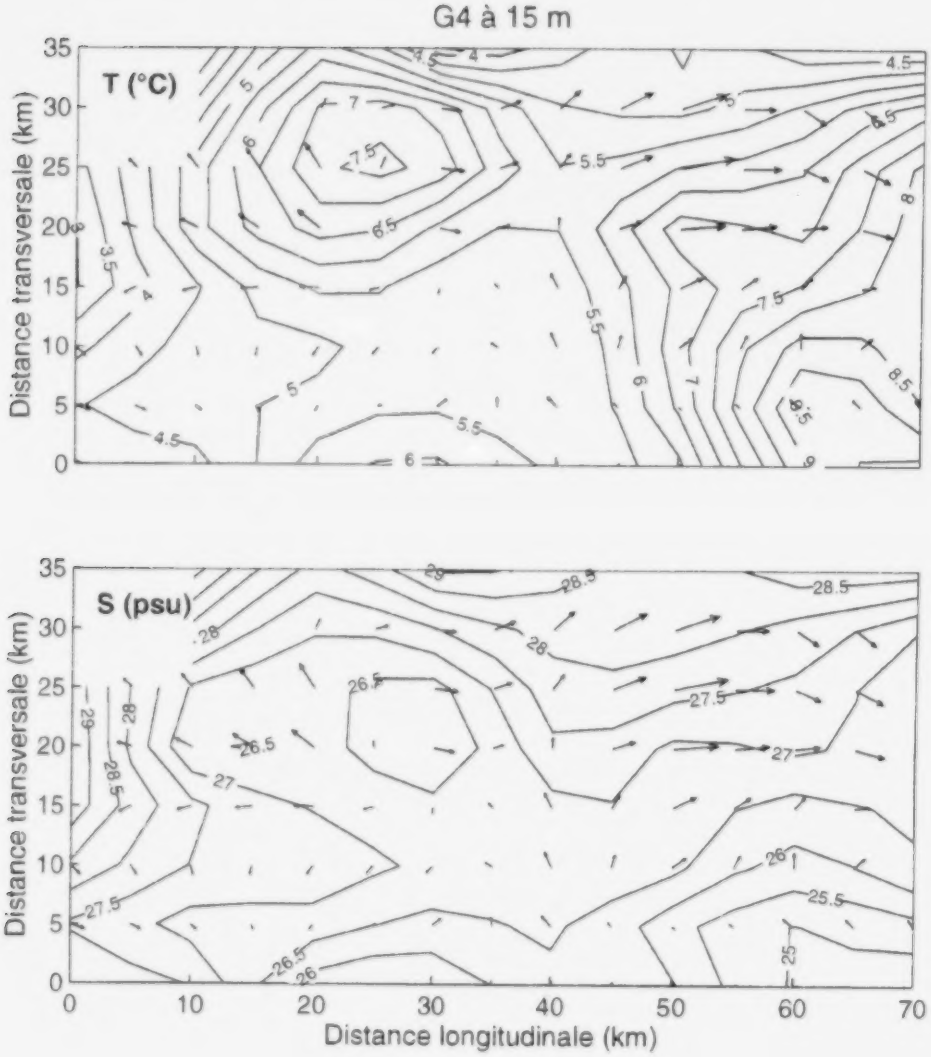



Figure 5a. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 15 m sous la surface, pendant G4. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

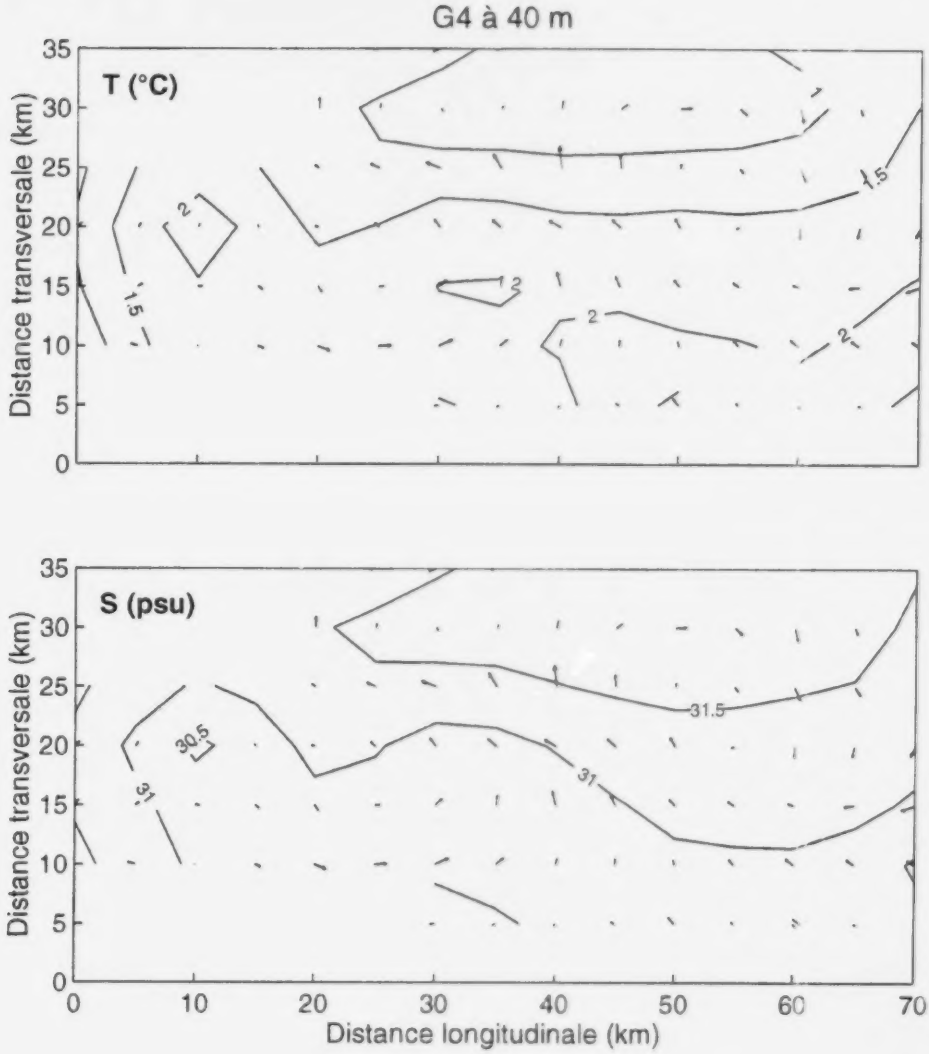



Figure 5b. Distributions de la température et de la salinité superposées à la distribution du courant horizontal barocline à 40 m sous la surface, pendant G4. Les axes indiquent la distance depuis la station 47. Les unités de vitesse sont ajustées de telle sorte qu'une flèche de 1 km de longueur à l'échelle de la carte corresponde à un courant de 10 $cm \cdot s^{-1}$.

# ANNEXE I

L'annexe I inclut tous les tableaux de description et de localisation des stations d'échantillonnage pour la période de juin-juillet 1990.

Annexe I.1. Description des mouillages. Les courantomètres mécaniques Aanderaa RCM4 et RCM4S (avec rotor Savonius) mesurent la pression, la température, la conductivité et les composantes horizontales du courant. Les marégraphes Aanderaa WRL5 mesurent la pression et la température.

| Mouillage | Position | | Pronfondeur des appareils |
|---|---|---|---|
| | Latitude (°N) | Longitude (°O) | |
| T1 | 48° 41.69' | 68° 44.94' | 20 m (RCM4S), 40 m (RCM4), 60 m (RCM4), 140 m (RCM4S), 347 m (WRL5) |
| T2 | 48° 30.40' | 68° 49.67' | 20 m (RCM4S), 37 m (RCM4), 70 m (RCM4), 85 m (RCM4) |
| T3 | 48° 35.24' | 68° 30.35' | 20 m (RCM4S), 42 m (RCM4), 71 m (RCM4), 90 m (RCM4) |
| T4 | 48° 49.48' | 68° 44.16' | 20 m (RCM4S), 36 m (RCM4S), 77 m (RCM4), 107 m (RCM4), 126 m (WRL5) |
| T5 | 48° 37.54' | 68° 57.82' | 20 m (RCM4S), 42 m (RCM4), 70 m (RCM4), 113 m (RCM4) |

Annexe I.2. Positions des stations d'échantillonnage ponctuel.

| Station | Latitude (°N) | Longitude (°O) | Station | Latitude (°N) | Longitude (°O) |
|---|---|---|---|---|---|
| S01 | 48° 28.00' | 68° 44.00' | S36 | 48° 58.80' | 68° 18.40' |
| S02 | 48° 30.50' | 68° 37.45' | S37 | 48° 56.85' | 68° 25.85' |
| S03 | 48° 32.85' | 68° 30.60' | S38 | 48° 54.40' | 68° 31.90' |
| S04 | 48° 35.30' | 68° 24.40' | S39 | 48° 52.00' | 68° 38.30' |
| S05 | 48° 37.60' | 68° 18.00' | S40 | 48° 49.75' | 68° 45.15' |
| S06 | 48° 40.20' | 68° 11.00' | S41 | 48° 47.35' | 68° 51.90' |
| S07 | 48° 42.60' | 68° 04.80' | S42 | 48° 44.91' | 68° 58.52' |
| S08 | 48° 46.20' | 68° 07.60' | S43 | 48° 39.07' | 69° 02.30' |
| S09 | 48° 43.75' | 68° 14.00' | S44 | 48° 35.75' | 68° 59.43' |
| S10 | 48° 41.25' | 68° 21.00' | S45 | 48° 32.26' | 68° 56.56' |
| S11 | 48° 38.60' | 68° 27.20' | S46 | 48° 28.72' | 68° 53.69' |
| S12 | 48° 36.30' | 68° 33.85' | S47 | 48° 25.45' | 68° 51.00' |
| S13 | 48° 34.00' | 68° 40.55' | S48 | 48° 27.09' | 68° 50.98' |
| S14 | 48° 31.40' | 68° 47.00' | S49 | 48° 29.75' | 68° 45.66' |
| S15 | 48° 34.80' | 68° 50.00' | S50 | 48° 32.10' | 68° 38.77' |
| S16 | 48° 37.20' | 68° 43.00' | S51 | 48° 34.66' | 68° 32.29' |
| S17 | 48° 39.55' | 68° 36.50' | S52 | 48° 37.11' | 68° 25.74' |
| S18 | 48° 42.00' | 68° 30.00' | S53 | 48° 39.45' | 68° 19.43' |
| S19 | 48° 44.45' | 68° 23.50' | S54 | 48° 42.07' | 68° 15.04' |
| S20 | 48° 47.00' | 68° 16.50' | S55 | 48° 44.40' | 68° 06.00' |
| S21 | 48° 49.20' | 68° 10.50' | S56 | 48° 47.80' | 68° 08.90' |
| S22 | 48° 52.50' | 68° 12.60' | S57 | 48° 45.40' | 68° 15.24' |
| S23 | 48° 50.20' | 68° 19.30' | S58 | 48° 42.83' | 68° 22.21' |
| S24 | 48° 47.55' | 68° 26.40' | S59 | 48° 40.44' | 68° 28.53' |
| S25 | 48° 45.50' | 68° 32.70' | S60 | 48° 37.93' | 68° 35.24' |
| S26 | 48° 43.15' | 68° 39.50' | S61 | 48° 35.53' | 68° 41.89' |
| S27 | 48° 40.50' | 68° 46.00' | S62 | 48° 33.13' | 68° 48.52' |
| S28 | 48° 38.30' | 68° 53.00' | S63 | 48° 30.63' | 68° 55.24' |
| S29 | 48° 41.50' | 68° 55.60' | S64 | 48° 19.00' | 69° 02.50' |
| S30 | 48° 44.00' | 68° 49.00' | S65 | 48° 20.00' | 69° 03.60' |
| S31 | 48° 46.33' | 68° 42.30' | S66 | 48° 21.80' | 69° 06.20' |
| S32 | 48° 48.70' | 68° 35.50' | S67 | 48° 24.00' | 69° 09.20' |
| S33 | 48° 51.00' | 68° 29.25' | S68 | 48° 25.50' | 69° 11.40' |
| S34 | 48° 53.50' | 68° 22.00' | S69 | 48° 28.40' | 69° 13.90' |
| S35 | 48° 55.70' | 68° 15.70' | | | |

Annexe I.3a. Date et heure des échantillonnages STD pour la campagne G2. MH+ indique le moment de la mesure en nombre d'heure avant (-) ou après (+) la marée haute (MH).

| Station | Date | Heure (HNE) | MH + (h) |
|---|---|---|---|
| S47 | 30/06 | 10:07 | 3 |
| S48 | 30/06 | 11:40 | 4 |
| S46 | 30/06 | 12:41 | 5 |
| S63 | 30/06 | 13:11 | -6 |
| S45 | 30/06 | 13:58 | -6 |
| S44 | 30/06 | 15:34 | -4 |
| S43 | 30/06 | 16:50 | -3 |
| S42 | 30/06 | 18:00 | -2 |
| S29 | 30/06 | 19:02 | -1 |
| S28 | 30/06 | 20:14 | 0 |
| S15 | 30/06 | 21:35 | 2 |
| S62 | 30/06 | 22:37 | 3 |
| S14 | 30/06 | 23:20 | 3 |
| S49 | 01/07 | 00:22 | 4 |
| S01 | 01/07 | 01:04 | 5 |
| S02 | 01/07 | 02:00 | -6 |
| S50 | 01/07 | 02:37 | -6 |
| S13 | 01/07 | 02:57 | -5 |
| S61 | 01/07 | 03:38 | -5 |
| S16 | 01/07 | 04:06 | -4 |
| S27 | 01/07 | 04:58 | -3 |
| S30 | 01/07 | 05:54 | -2 |
| S41 | 01/07 | 06:41 | -2 |
| S40 | 01/07 | 07:42 | -1 |
| S31 | 01/07 | 09:12 | 1 |
| S26 | 01/07 | 10:24 | 2 |
| S17 | 01/07 | 14:07 | -6 |
| S60 | 01/07 | 14:46 | -6 |
| S12 | 01/07 | 15:16 | -5 |
| S51 | 01/07 | 16:00 | -5 |
| S03 | 01/07 | 16:31 | -4 |
| S04 | 01/07 | 17:27 | -3 |
| S52 | 01/07 | 18:12 | -2 |
| S11 | 01/07 | 18:50 | -2 |
| S59 | 01/07 | 19:42 | -1 |
| S18 | 01/07 | 20:30 | 0 |
| S25 | 01/07 | 21:47 | 1 |
| S32 | 01/07 | 23:04 | 2 |
| S39 | 02/07 | 00:11 | 4 |
| S38 | 02/07 | 01:02 | 4 |
| S33 | 02/07 | 01:59 | 5 |
| S24 | 02/07 | 02:41 | -6 |
| S19 | 02/07 | 03:38 | -6 |
| S58 | 02/07 | 04:20 | -5 |
| S10 | 02/07 | 04:58 | -4 |
| S53 | 02/07 | 05:28 | -4 |
| S05 | 02/07 | 05:56 | -3 |
| S06 | 02/07 | 06:43 | -3 |
| S54 | 02/07 | 07:32 | -2 |
| S09 | 02/07 | 07:56 | -1 |
| S57 | 02/07 | 08:36 | -1 |
| S20 | 02/07 | 09:13 | 0 |
| S23 | 02/07 | 10:09 | 1 |
| S34 | 02/07 | 14:26 | 5 |
| S37 | 02/07 | 15:56 | -6 |
| S36 | 02/07 | 17:32 | -4 |
| S35 | 02/07 | 18:52 | -3 |
| S22 | 02/07 | 20:36 | -1 |
| S21 | 02/07 | 22:04 | 0 |
| S56 | 02/07 | 23:11 | 1 |
| S08 | 03/07 | 00:15 | 2 |
| S55 | 03/07 | 01:14 | 3 |
| S07 | 03/07 | 01:54 | 4 |

Annexe I.3b. Date et heure des échantillonnages STD pour la campagne G3. MH+ indique le moment de la mesure en nombre d'heure avant (-) ou après (+) la marée haute (MH).

| Station | Date | Heure (HNE) | MH + (h) |
|---|---|---|---|
| S64 | 03/07 | 20:12 | -2 |
| S65 | 03/07 | 21:27 | -1 |
| S66 | 03/07 | 22:33 | 0 |
| S67 | 04/07 | 00:31 | 2 |
| S68 | 04/07 | 01:37 | 3 |
| S69 | 04/07 | 02:58 | 4 |
| S47 | 04/07 | 11:07 | 0 |
| S48 | 04/07 | 11:50 | 1 |
| S46 | 04/07 | 12:32 | 1 |
| S63 | 04/07 | 13:27 | 2 |
| S45 | 04/07 | 14:08 | 3 |
| S44 | 04/07 | 15:21 | 4 |
| S43 | 04/07 | 16:32 | 5 |
| S42 | 04/07 | 17:23 | -6 |
| S29 | 04/07 | 18:36 | -5 |
| S28 | 04/07 | 19:21 | -4 |
| S15 | 04/07 | 20:15 | -3 |
| S62 | 04/07 | 21:06 | -3 |
| S14 | 04/07 | 21:49 | -2 |
| S49 | 04/07 | 22:26 | -1 |
| S01 | 04/07 | 23:11 | 0 |
| S02 | 05/07 | 00:10 | 1 |
| S50 | 05/07 | 01:13 | 2 |
| S13 | 05/07 | 02:08 | 2 |
| S61 | 05/07 | 03:15 | 4 |
| S16 | 05/07 | 04:10 | 5 |
| S27 | 05/07 | 05:45 | -6 |
| S30 | 05/07 | 06:55 | -5 |
| S41 | 05/07 | 07:50 | -5 |
| S40 | 05/07 | 08:44 | -4 |
| S31 | 05/07 | 09:56 | -2 |
| S26 | 05/07 | 10:55 | -1 |
| S17 | 05/07 | 14:43 | 2 |
| S60 | 05/07 | 15:24 | 3 |
| S12 | 05/07 | 15:54 | 4 |

| Station | Date | Heure (HNE) | MH + (h) |
|---|---|---|---|
| S51 | 05/07 | 16:27 | 4 |
| S03 | 05/07 | 16:54 | 5 |
| S04 | 05/07 | 17:48 | 5 |
| S52 | 05/07 | 18:23 | -6 |
| S11 | 05/07 | 18:45 | -6 |
| S59 | 05/07 | 19:28 | -5 |
| S18 | 05/07 | 20:14 | -4 |
| S25 | 05/07 | 21:16 | -3 |
| S32 | 05/07 | 22:13 | -2 |
| S39 | 05/07 | 23:04 | -2 |
| S38 | 05/07 | 23:50 | -1 |
| S33 | 06/07 | 00:42 | 0 |
| S24 | 06/07 | 01:37 | 1 |
| S19 | 06/07 | 02:28 | 2 |
| S58 | 06/07 | 03:04 | 2 |
| S10 | 06/07 | 03:49 | 3 |
| S53 | 06/07 | 04:26 | 4 |
| S05 | 06/07 | 04:55 | 4 |
| S06 | 06/07 | 05:45 | 5 |
| S54 | 06/07 | 06:23 | -6 |
| S09 | 06/07 | 07:03 | -6 |
| S57 | 06/07 | 08:13 | -5 |
| S20 | 06/07 | 08:51 | -4 |
| S23 | 06/07 | 09:35 | -3 |
| S34 | 06/07 | 13:00 | 0 |
| S37 | 06/07 | 14:07 | 1 |
| S36 | 06/07 | 14:56 | 2 |
| S35 | 06/07 | 15:43 | 3 |
| S22 | 06/07 | 16:33 | 4 |
| S21 | 06/07 | 17:22 | 4 |
| S56 | 06/07 | 18:01 | 5 |
| S08 | 06/07 | 18:34 | -6 |
| S55 | 06/07 | 19:13 | -6 |
| S07 | 06/07 | 19:43 | -6 |

Annexe I.3c. Date et heure des échantillonnages STD pour la campagne G4. MH+ indique le moment de la mesure en nombre d'heure avant (-) ou après (+) la marée haute (MH).

| Station | Date | Heure (HNE) | MH + (h) |
|---|---|---|---|
| S47 | 07/07 | 08:16 | -5 |
| S48 | 07/07 | 09:11 | -4 |
| S46 | 07/07 | 09:45 | -4 |
| S63 | 07/07 | 10:47 | -3 |
| S45 | 07/07 | 11:46 | -2 |
| S44 | 07/07 | 13:23 | 0 |
| S43 | 07/07 | 14:41 | 1 |
| S42 | 07/07 | 15:44 | 2 |
| S29 | 07/07 | 16:50 | 3 |
| S28 | 07/07 | 18:06 | 4 |
| S15 | 07/07 | 19:03 | 5 |
| S62 | 07/07 | 19:51 | -6 |
| S14 | 07/07 | 20:41 | -5 |
| S49 | 07/07 | 21:33 | -4 |
| S01 | 07/07 | 22:24 | -3 |
| S02 | 07/07 | 23:20 | -2 |
| S50 | 08/07 | 00:10 | -1 |
| S13 | 08/07 | 00:40 | -1 |
| S61 | 08/07 | 01:15 | 0 |
| S16 | 08/07 | 02:07 | 0 |
| S27 | 08/07 | 03:16 | 2 |
| S41 | 08/07 | 06:04 | 4 |
| S40 | 08/07 | 06:49 | 5 |
| S31 | 08/07 | 08:20 | -6 |
| S26 | 08/07 | 09:32 | -5 |
| S17 | 08/07 | 11:07 | -3 |
| S60 | 08/07 | 13:48 | -1 |
| S12 | 08/07 | 14:21 | 0 |
| S51 | 08/07 | 15:00 | 1 |
| S03 | 08/07 | 15:31 | 1 |
| S04 | 08/07 | 15:43 | 1 |

| Station | Date | Heure (HNE) | MH + (h) |
|---|---|---|---|
| S52 | 08/07 | 17:15 | 3 |
| S11 | 08/07 | 17:41 | 3 |
| S59 | 08/07 | 18:19 | 4 |
| S18 | 08/07 | 18:56 | 5 |
| S25 | 08/07 | 19:55 | -6 |
| S32 | 08/07 | 21:10 | -5 |
| S39 | 08/07 | 22:15 | -4 |
| S38 | 08/07 | 23:04 | -3 |
| S33 | 09/07 | 00:20 | -2 |
| S24 | 09/07 | 02:06 | 0 |
| S19 | 09/07 | 03:14 | 1 |
| S58 | 09/07 | 03:52 | 2 |
| S10 | 09/07 | 04:32 | 2 |
| S53 | 09/07 | 05:12 | 3 |
| S05 | 09/07 | 05:45 | 3 |
| S06 | 09/07 | 06:38 | 4 |
| S54 | 09/07 | 07:14 | 5 |
| S09 | 09/07 | 07:47 | 5 |
| S57 | 09/07 | 08:47 | -6 |
| S20 | 09/07 | 09:29 | -6 |
| S23 | 09/07 | 10:39 | -4 |
| S34 | 09/07 | 14:21 | -1 |
| S37 | 09/07 | 15:29 | 0 |
| S36 | 09/07 | 16:21 | 1 |
| S35 | 09/07 | 17:20 | 2 |
| S22 | 09/07 | 18:21 | 3 |
| S21 | 09/07 | 19:18 | 4 |
| S56 | 09/07 | 19:54 | 5 |
| S08 | 09/07 | 20:29 | 5 |
| S55 | 09/07 | 21:04 | -6 |
| S07 | 09/07 | 21:32 | -5 |

Annexe I.4a. Dates et heures des sections de la campagne G2.

| Sections | Début (Date, Heure, Jour de l'année) | Fin (Date, Heure, Jour de l'année) |
|---|---|---|
| 00 | 30/06 à 10:07 (181.4215) | 30/06 à16:50 (181.7013) |
| 01 | 30/06 à 18:00 (181.7500) | 01/07 à 01:04 (182.0444) |
| 02 | 01/07 à 02:00 (182.0833) | 01/07 à 06:41 (182.2784) |
| 03 | 01/07 à 07:42 (182.3208) | 01/07 à 16:31 (182.6882) |
| 04 | 01/07 à 17:27 (182.7271) | 02/07 à 00:11 (183.0076) |
| 05 | 02/07 à 01:02 (183.0431) | 02/07 à 05:56 (183.2472) |
| 06 | 02/07 à 06:43 (183.2797) | 02/07 à 15:56 (183.6639) |
| 07 | 02/07 à 17:32 (183.7306) | 03/07 à 01:54 (184.0792) |

Annexe I.4b. Dates et heures des sections de la campagne G3.

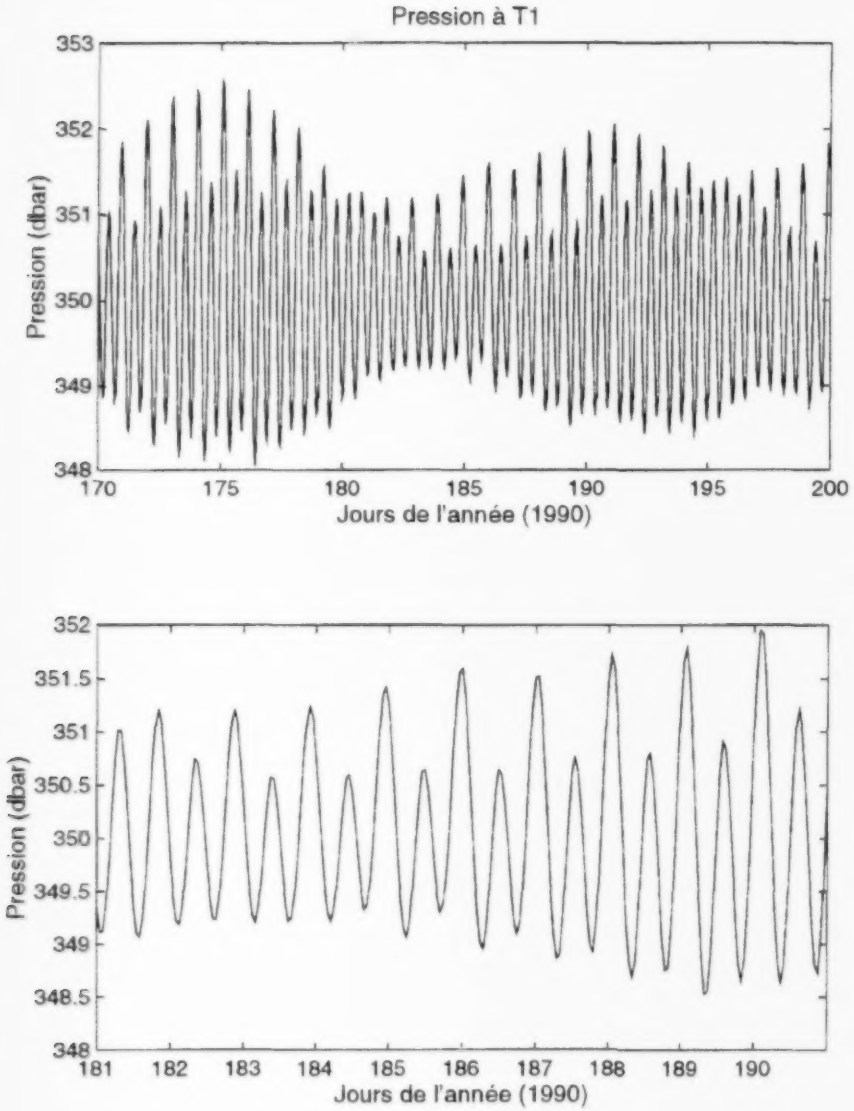
| Sections | Début (Date, Heure, Jour de l'année) | Fin (Date, Heure, Jour de l'année) |
|---|---|---|
| 00 | 04/07 à 11:07 (185.4632) | 04/07 à 16:32 (185.6889) |
| 01 | 04/07 à 17:23 (185.7243) | 04/07 à 23:11 (185.9660) |
| 02 | 05/07 à 00:10 (186.0069) | 05/07 à 07:50 (186.3239) |
| 03 | 05/07 à 08:44 (186.3639) | 05/07 à 16:54 (186.7042) |
| 04 | 05/07 à 17:48 (186.7417) | 05/07 à 23:04 (186.9611) |
| 05 | 05/07 à 23:50 (186.9931) | 06/07 à 04:55 (187.2049) |
| 06 | 06/07 à 05:45 (187.2396) | 06/07 à 14:07 (187.5882) |
| 07 | 06/07 à 14:56 (187.6222) | 06/07 à 19:43 (187.8215) |

Annexe I.4c. Dates et heures des sections de la campagne G4.

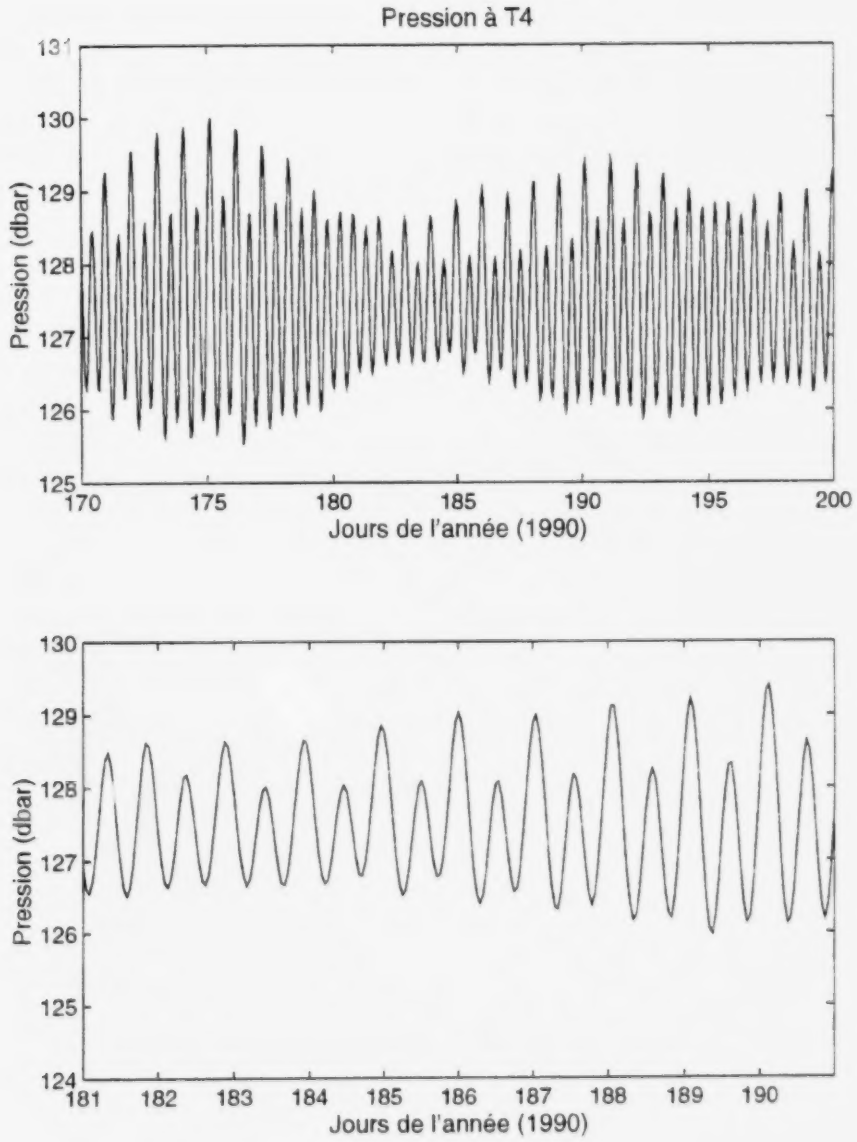
| Sections | Début (Date, Heure, Jour de l'année) | Fin (Date, Heure, Jour de l'année) |
|---|---|---|
| 00 | 07/07 à 08:16 (188.3444) | 07/07 à 14:41 (188.6118) |
| 01 | 07/07 à 15:44 (188.6556) | 07/07 à 22:24 (188.9333) |
| 02 | 07/07 à 23:20 (188.9722) | 08/07 à 06:04 (189.2528) |
| 03 | 08/07 à 06:49 (189.2840) | 08/07 à 15:31 (189.6465) |
| 04 | 08/07 à 15:43 (189.6549) | 08/07 à 22:15 (189.9271) |
| 05 | 08/07 à 23:04 (189.9611) | 09/07 à 05:45 (189.2396) |
| 06 | 09/07 à 06:38 (190.2764) | 09/07 à 15:29 (190.6451) |
| 07 | 09/07 à 16:21 (190.6813) | 09/07 à 21:32 (190.8972) |

# ANNEXE II

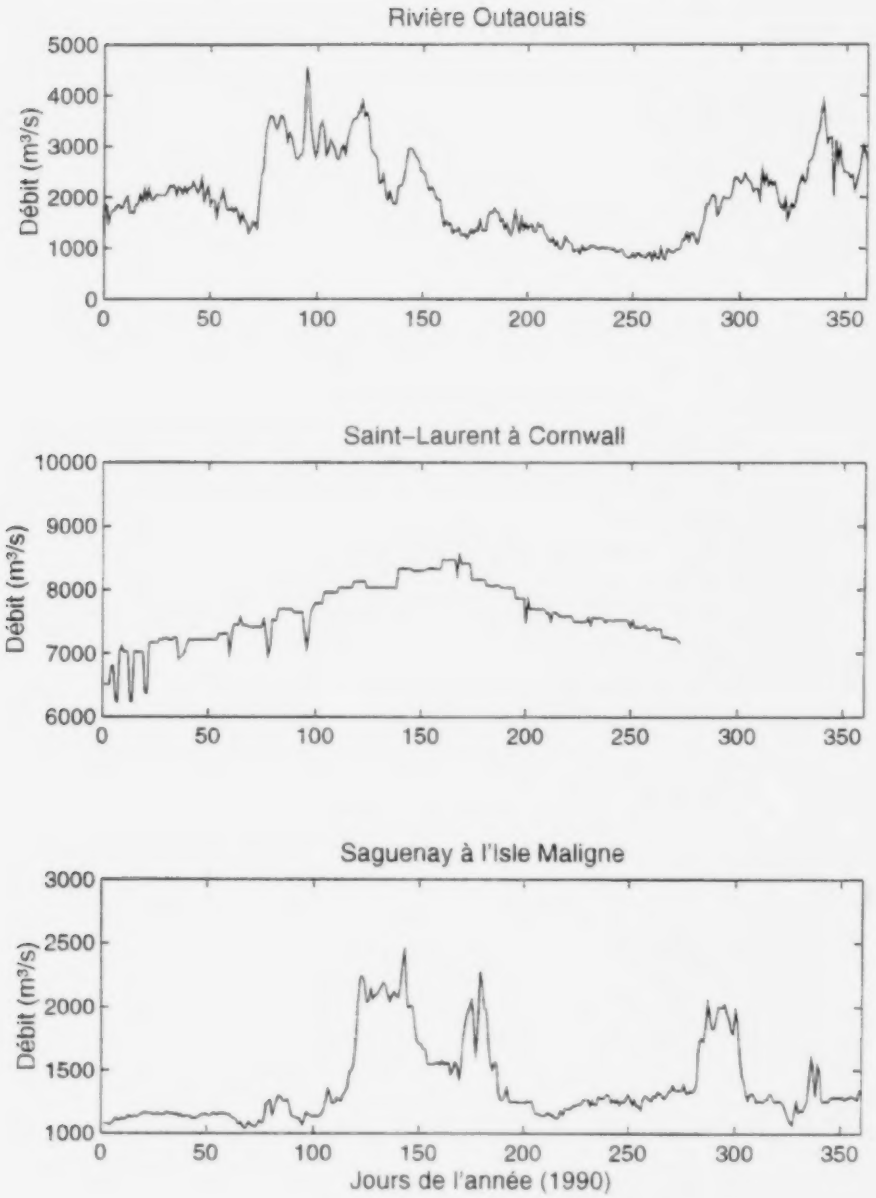
L'annexe II regroupe toutes les données obtenues des courantomètres et marégraphes pendant l'échantillonnage ponctuel intensif entre les jours 181 (30 juin) et 190 (9 juillet) de l'année 1990.



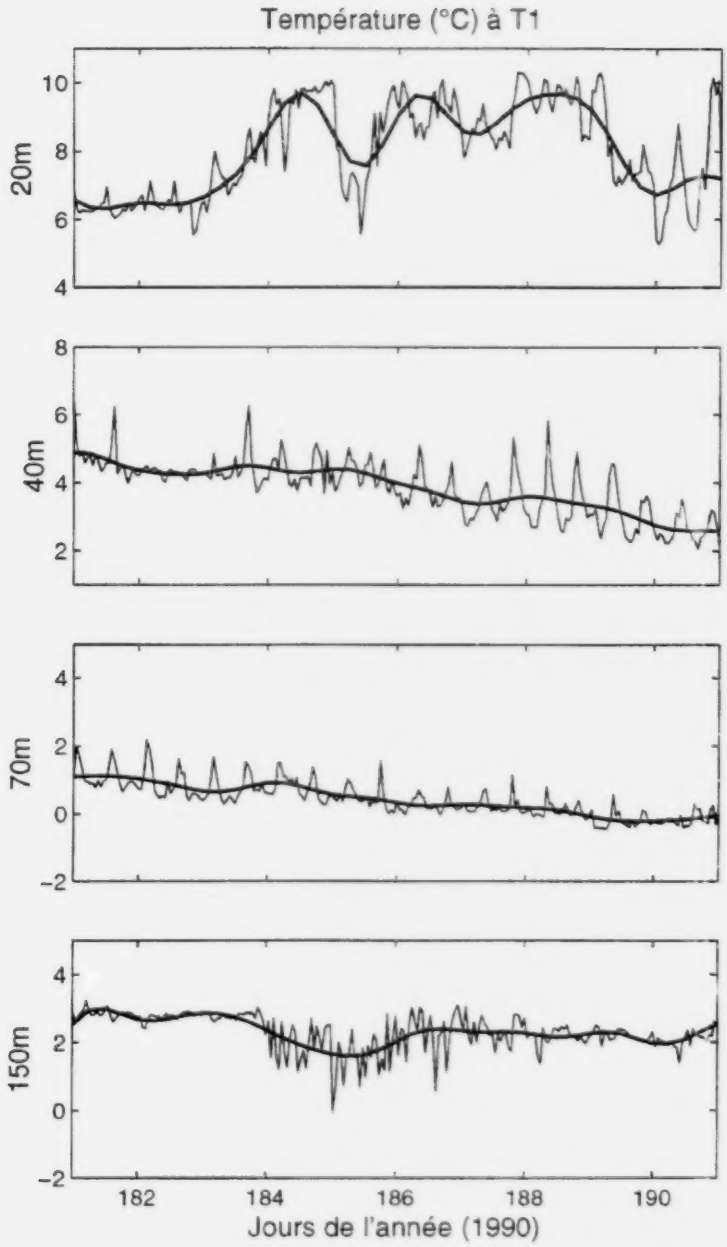

Annexe II.1a. Variations de la pression de l'eau illustrant les fluctuations des marées de vive-eau (19 juin - 19 juillet; panneau du haut) et semi-diurnes (30 juin - 9 juillet; panneau du bas) au mouillage T1.



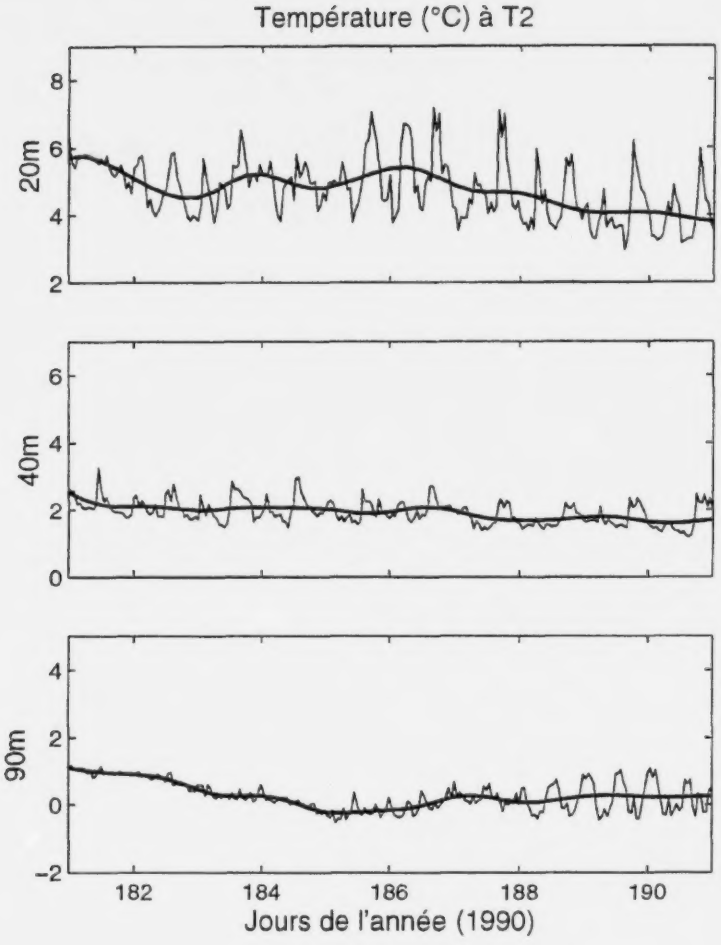

Annexe II.1b. Variations de la pression de l'eau illustrant les fluctuations des marées de vive-eau (19 juin - 19 juillet; panneau du haut) et semi-diurnes (30 juin - 9 juillet; panneau du bas) au mouillage T4



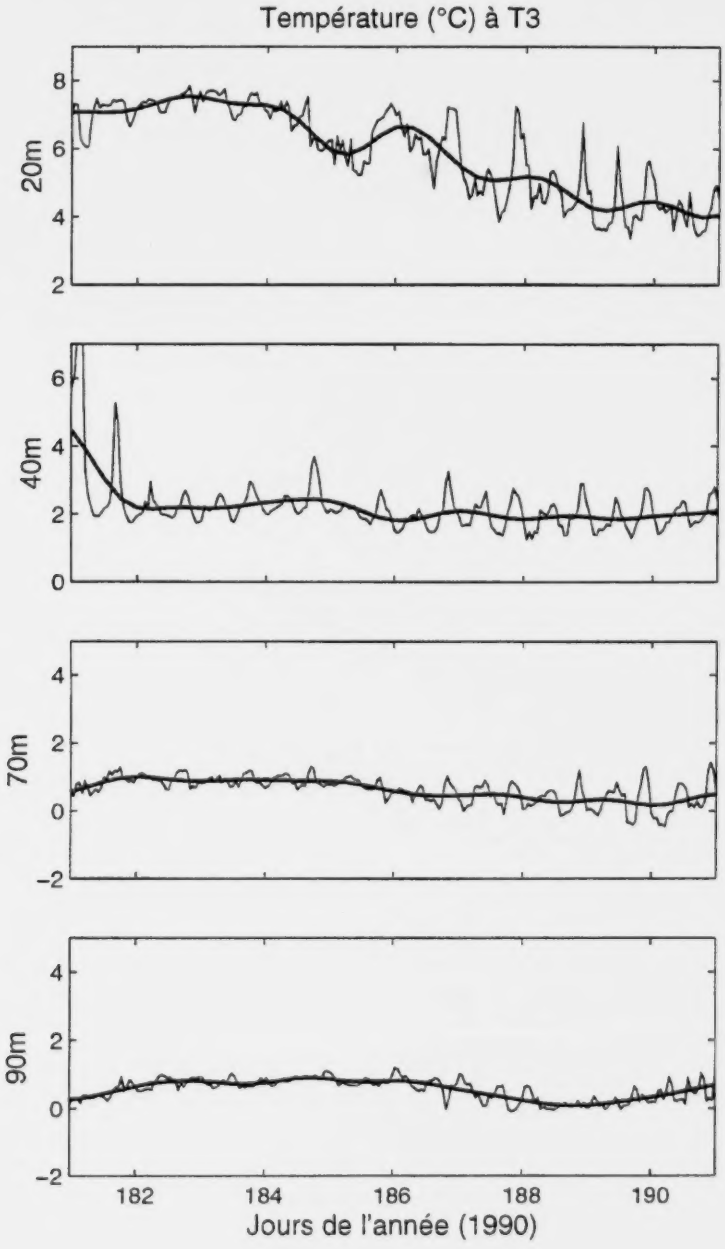

Annexe II.2. Débits journaliers des trois principales sources en eau douce de l'estuaire du Saint-Laurent. À titre comparatif, le débit moyen de la rivière Rimouski fut de 22 $m^3 \cdot s^{-1}$ en juin 1990 et de 7 $m^3 \cdot s^{-1}$ en juillet 1990 (Environnement Canada 1990).



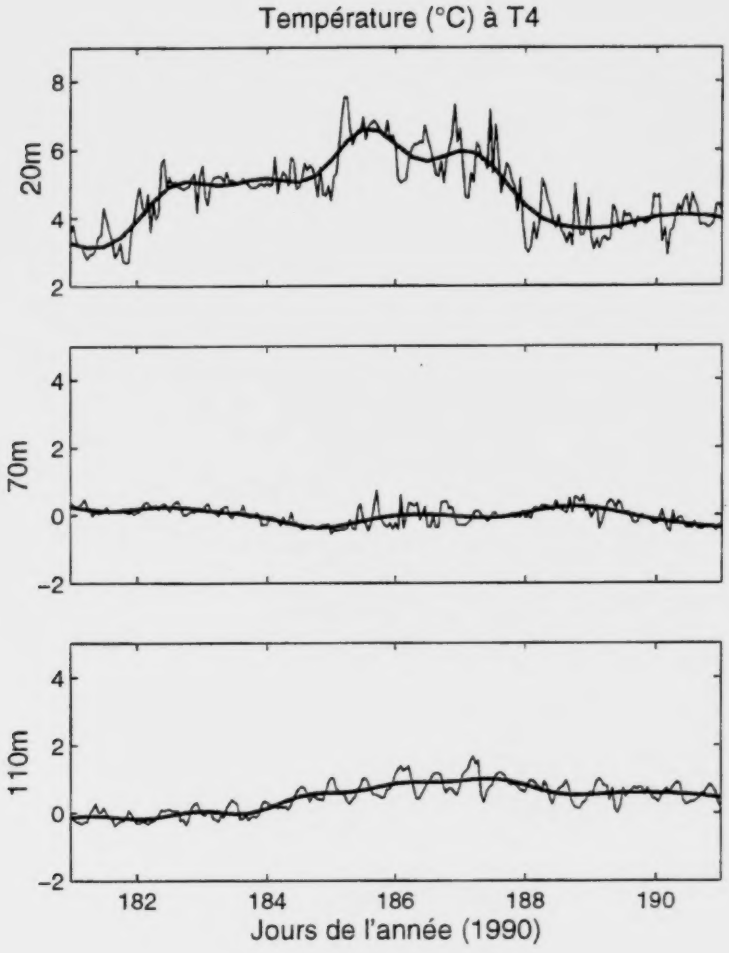

Annexe II.3a. Données horaires et données filtrées (trait gras) de température entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T1.



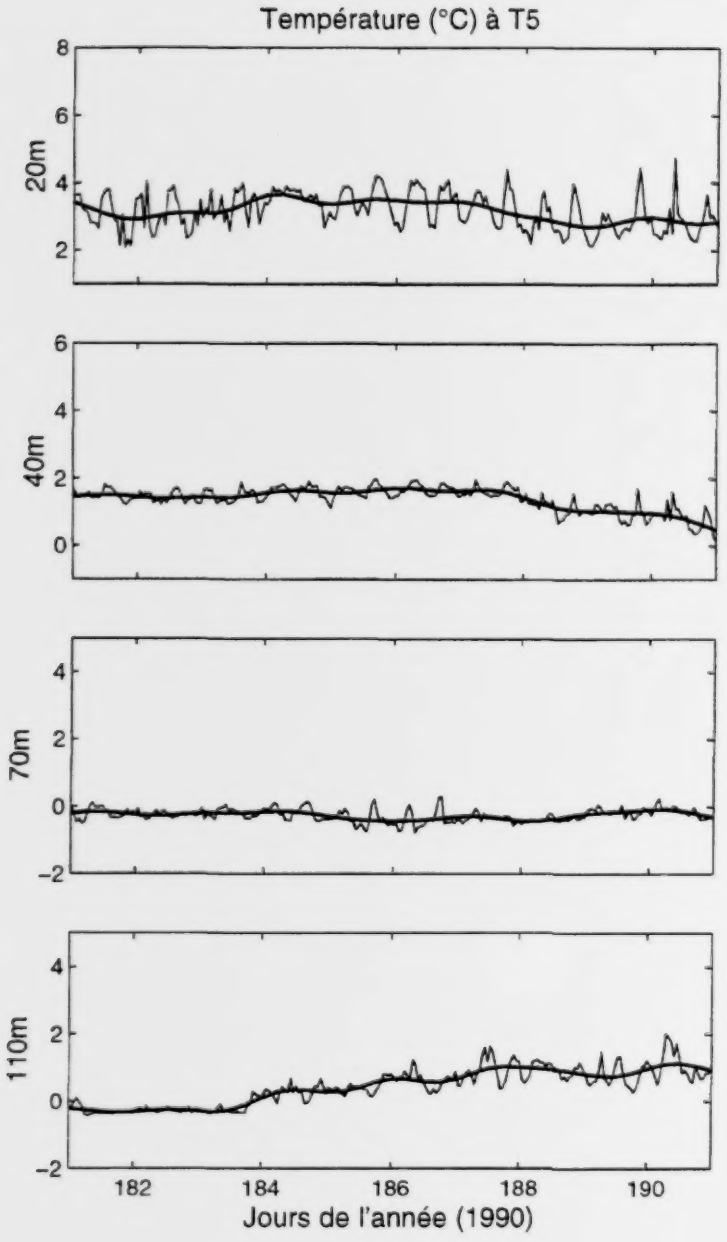

Annexe II.3b. Données horaires et données filtrées (trait gras) de température entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T2.



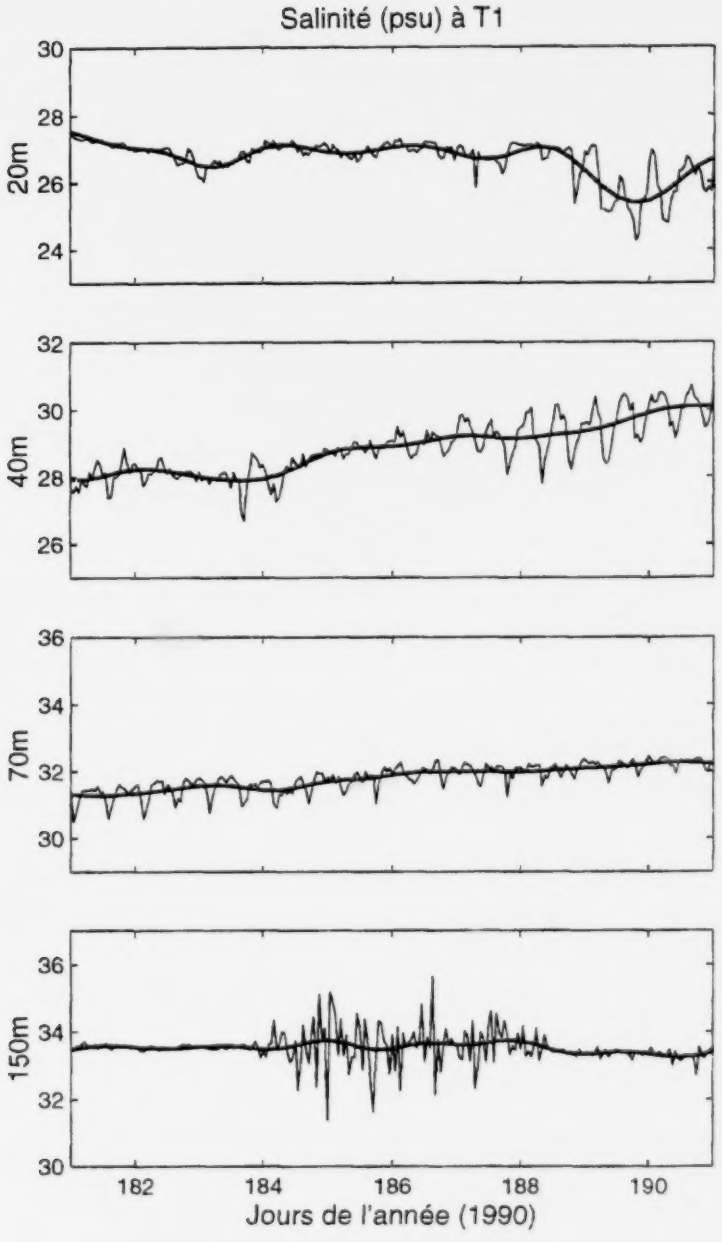

Annexe II.3c. Données horaires et données filtrées (trait gras) de température entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T3.



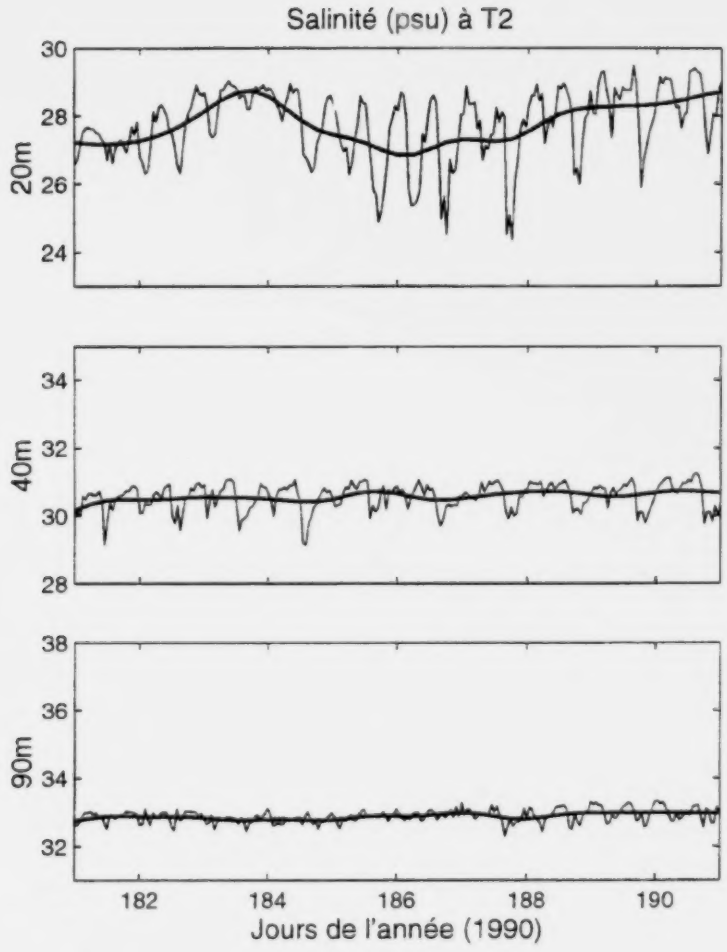

Annexe II.3d. Données horaires et données filtrées (trait gras) de température entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T4.



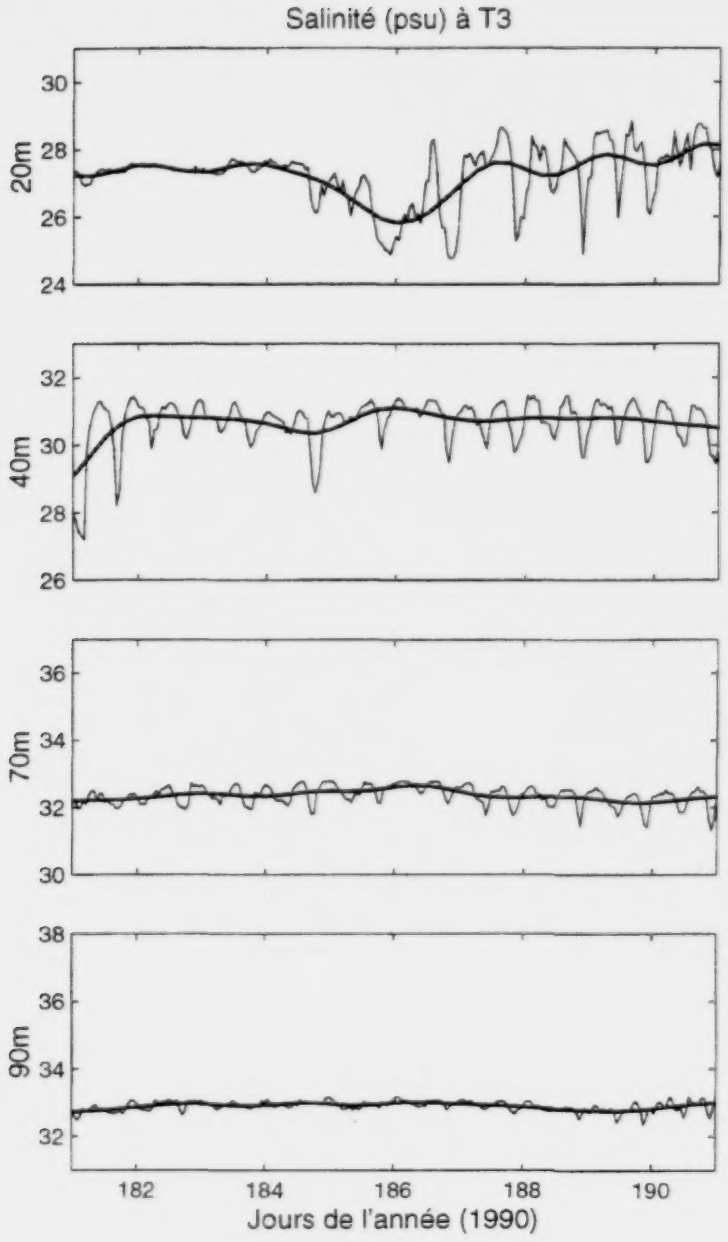

Annexe II.3e. Données horaires et données filtrées (trait gras) de température entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T5.



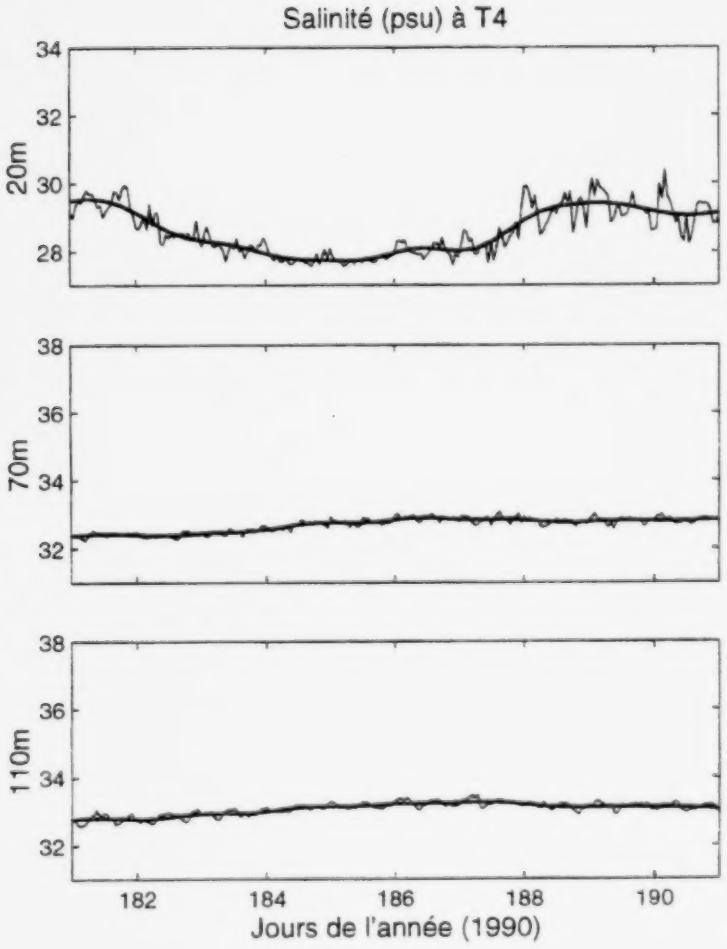

Annexe II.4a. Données horaires et données filtrées (trait gras) de salinité entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T1.



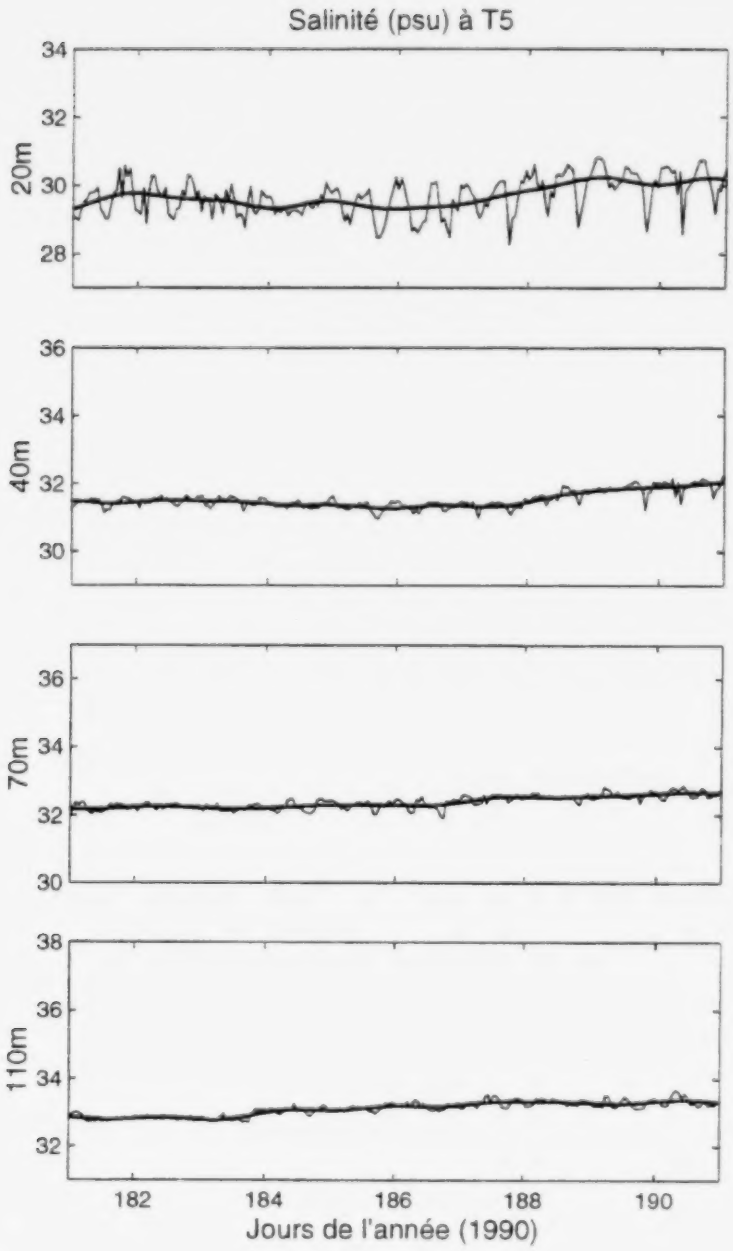

Annexe II.4b. Données horaires et données filtrées (trait gras) de salinité entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T2.



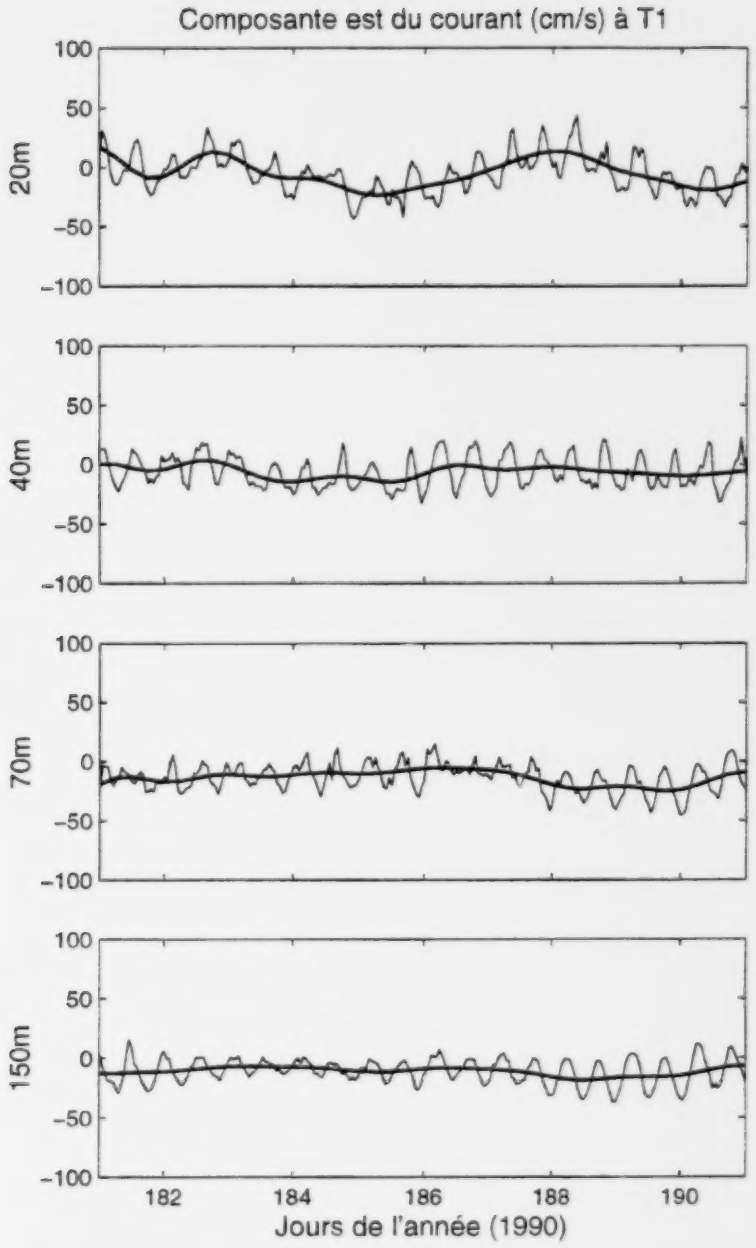

Annexe II.4c. Données horaires et données filtrées (trait gras) de salinité entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T3.



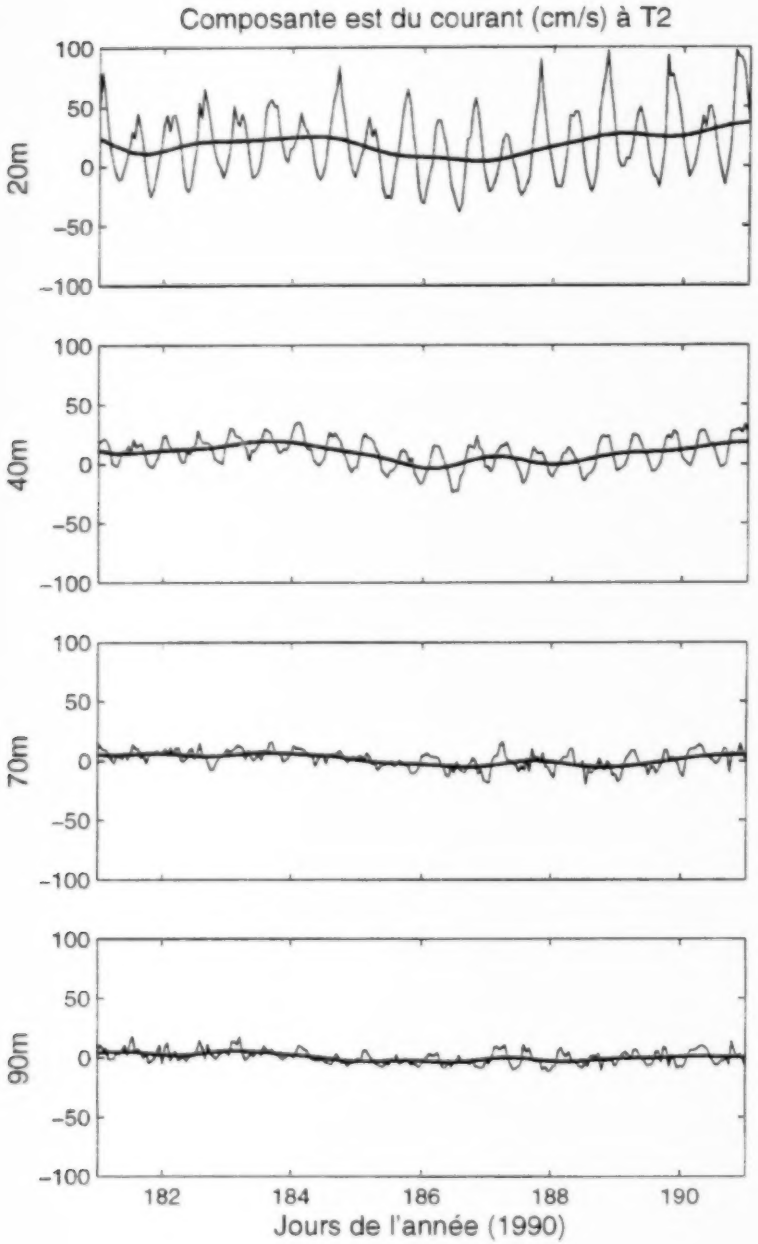

Annexe II.4d. Données horaires et données filtrées (trait gras) de salinité entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T4.



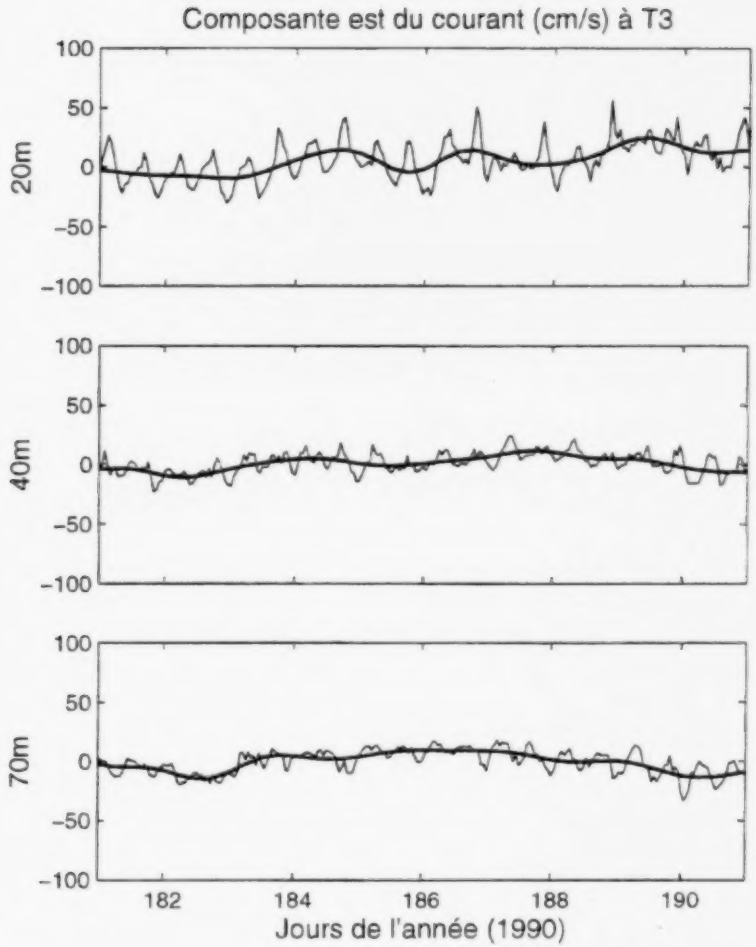

Annexe II.4e. Données horaires et données filtrées (trait gras) de salinité entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T5.



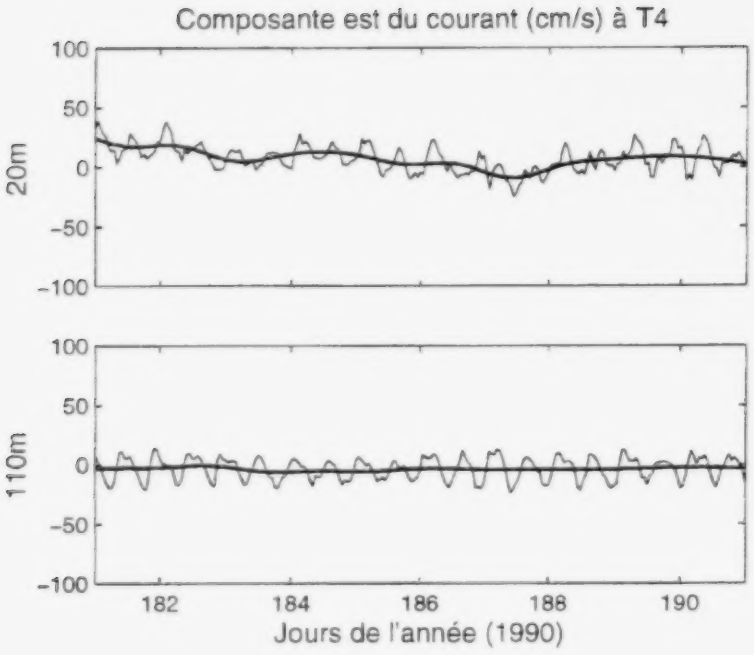

Annexe II.5a. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante est du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T1.



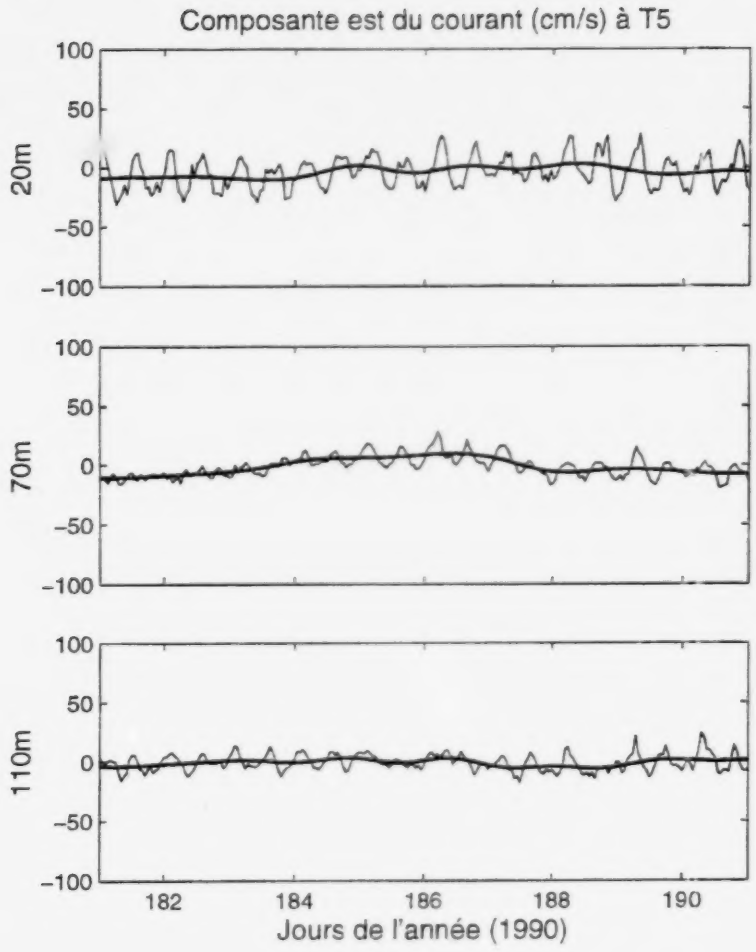

Annexe II.5b. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante est du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T2.



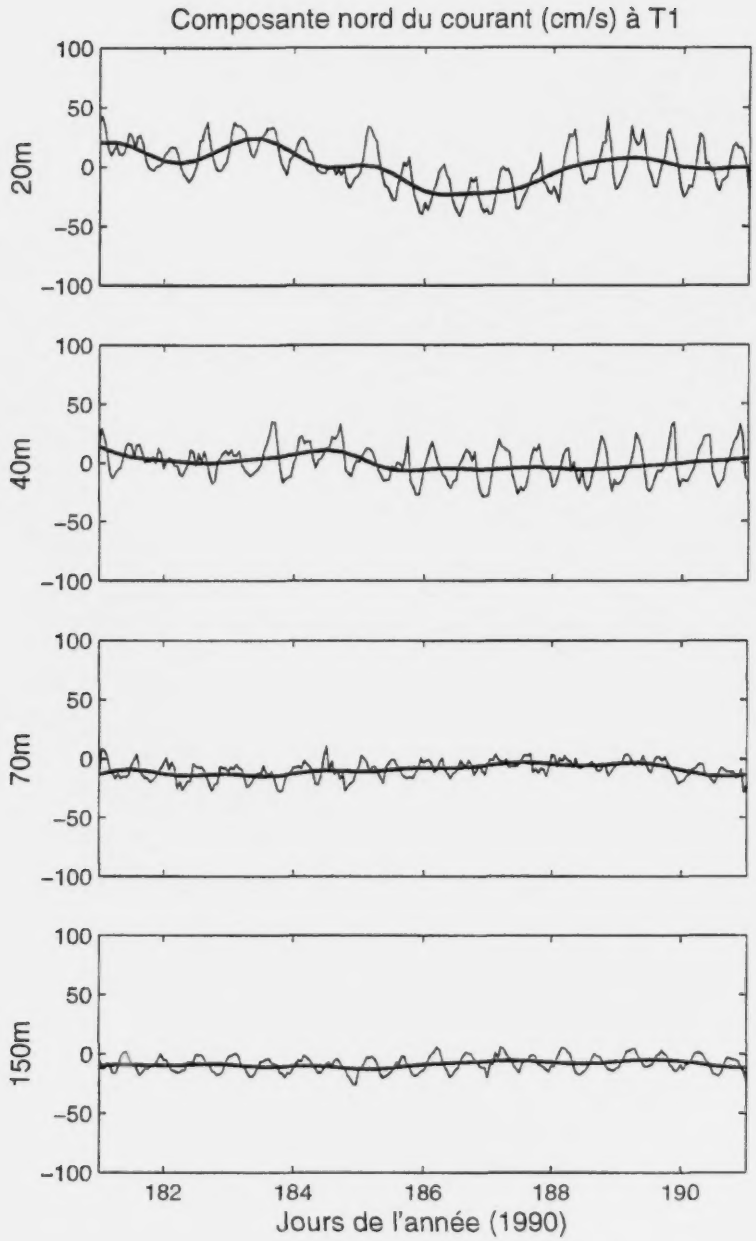

Annexe II.5c. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante est du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T3.



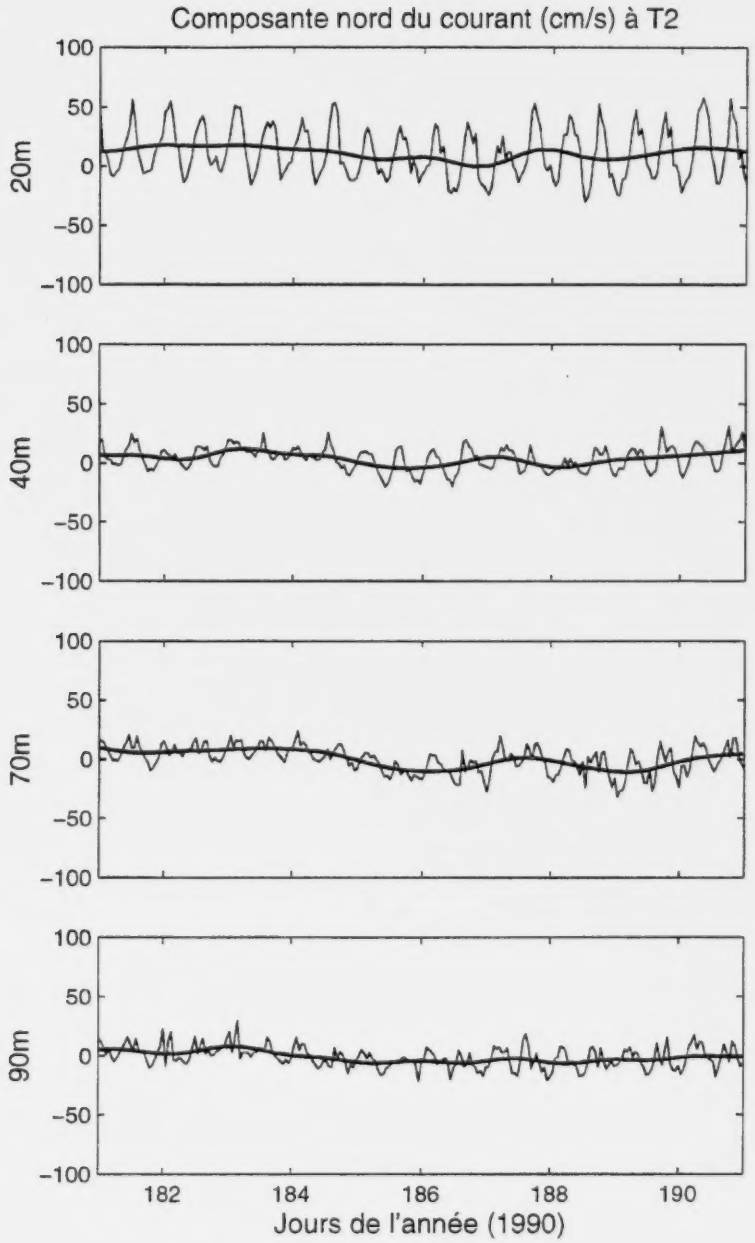

Annexe II.5d. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante est du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T4.



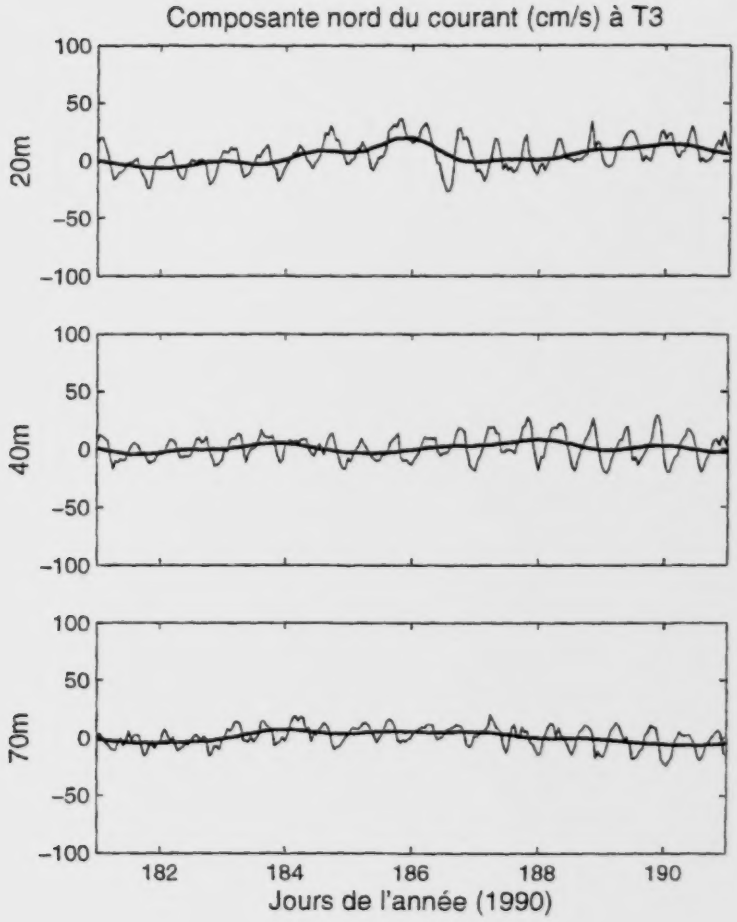

Annexe II.5e. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante est du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T5.



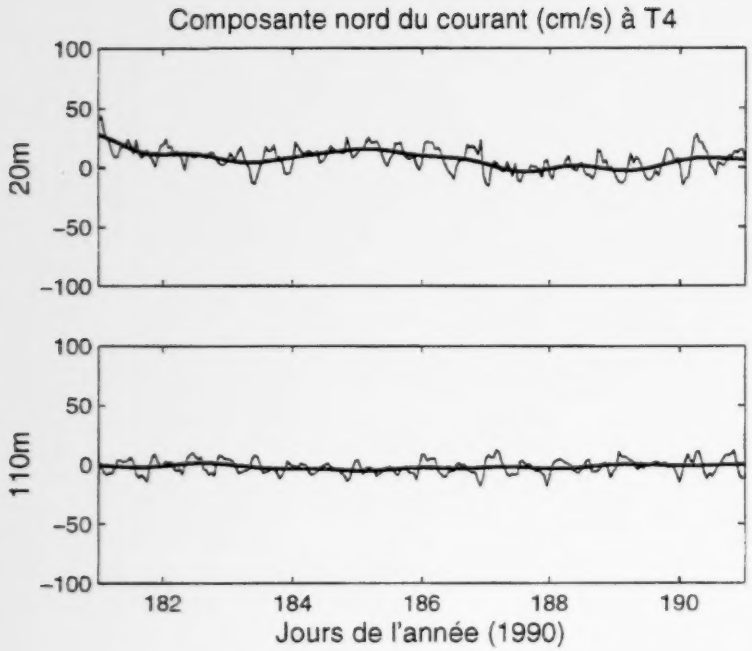

Annexe II.6a. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante nord du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T1.



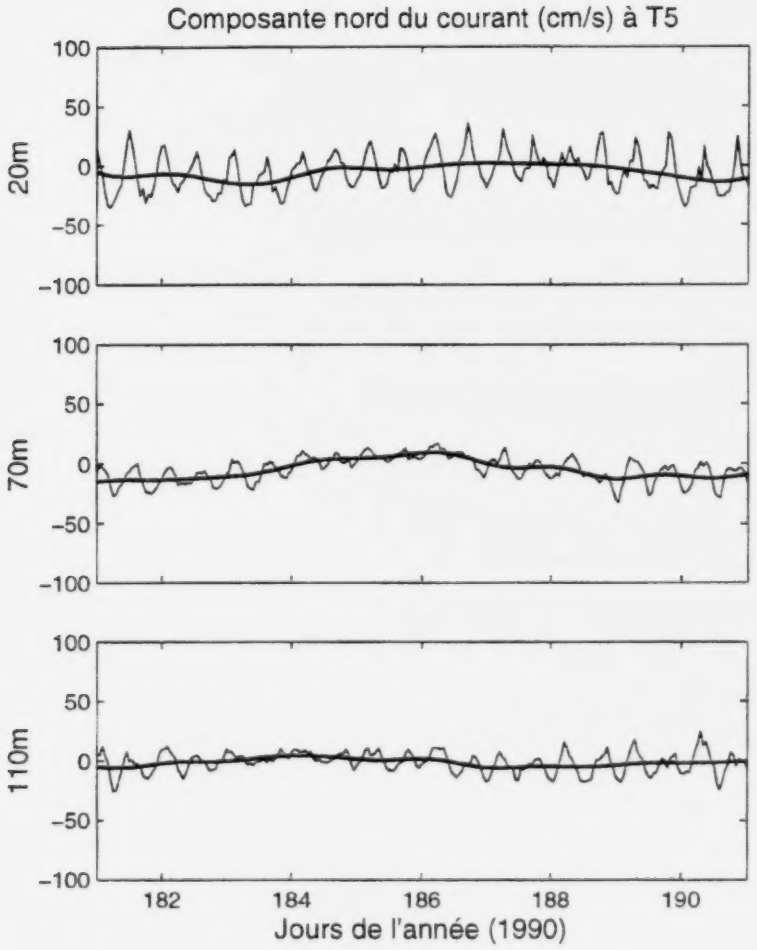

Annexe II.6b. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante nord du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T2.



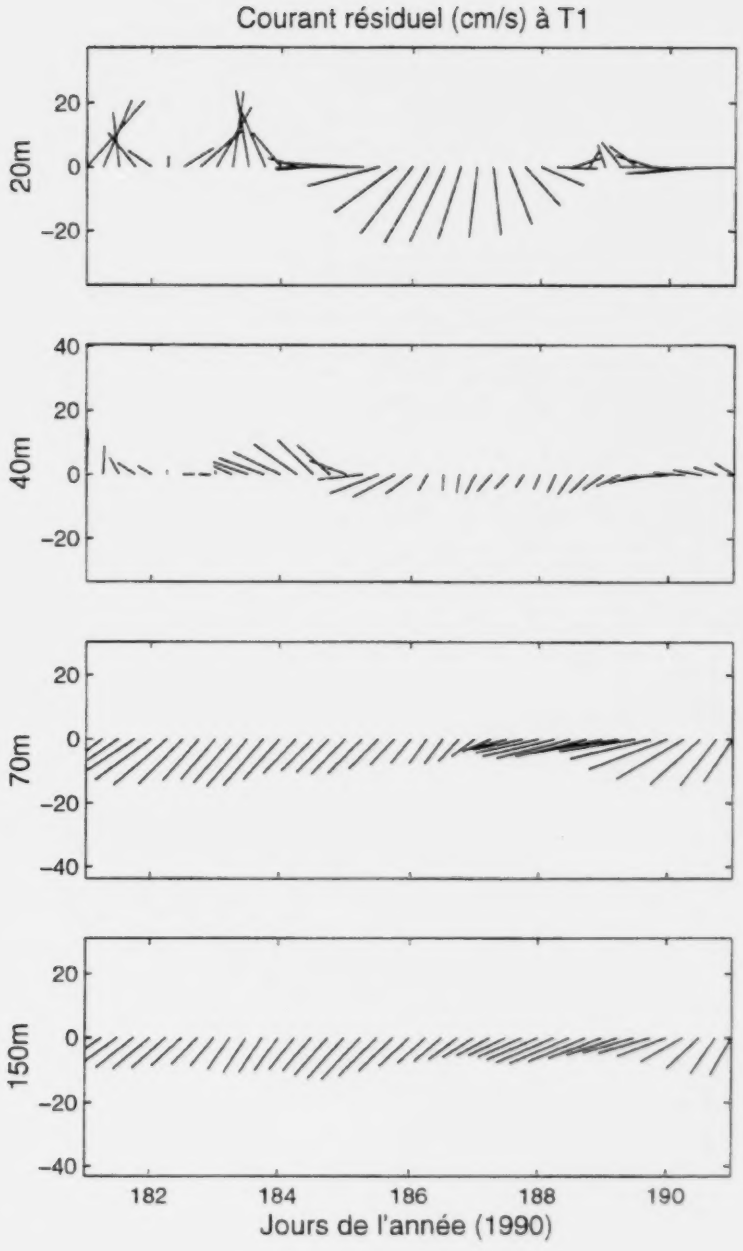

Annexe II.6c. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante nord du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T3.



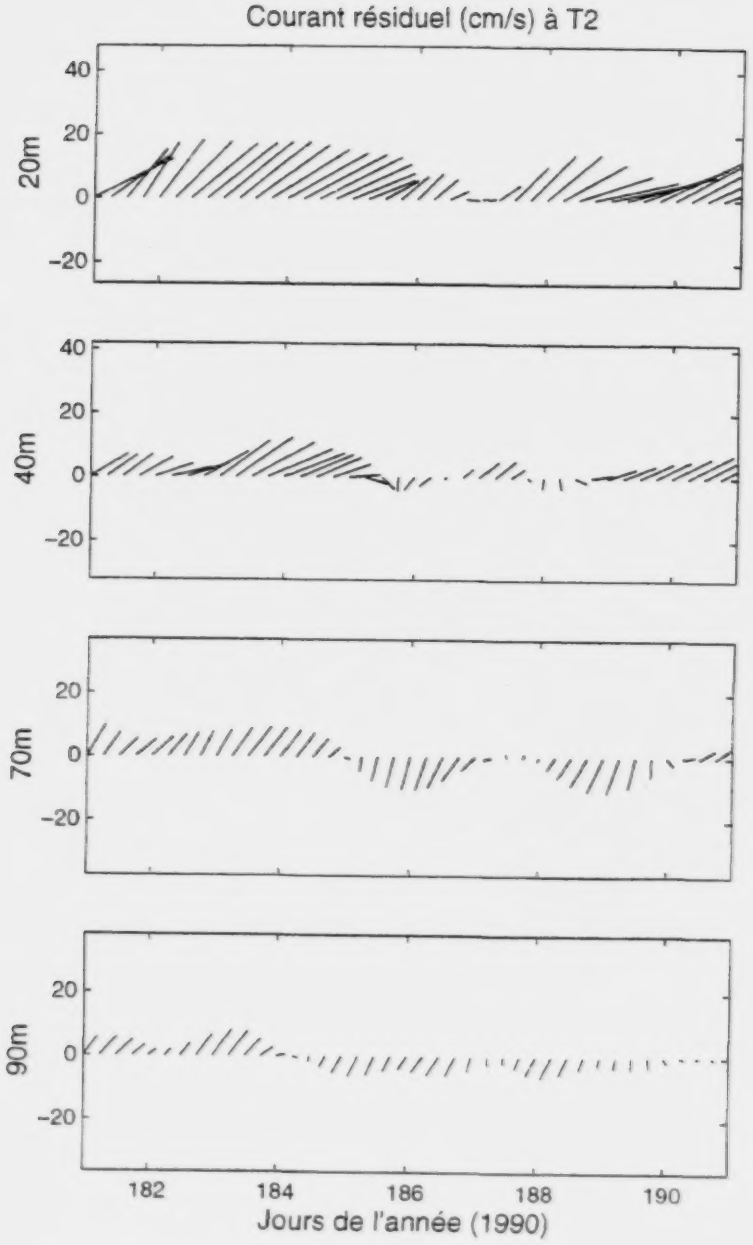

Annexe II.6d. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante nord du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T4.



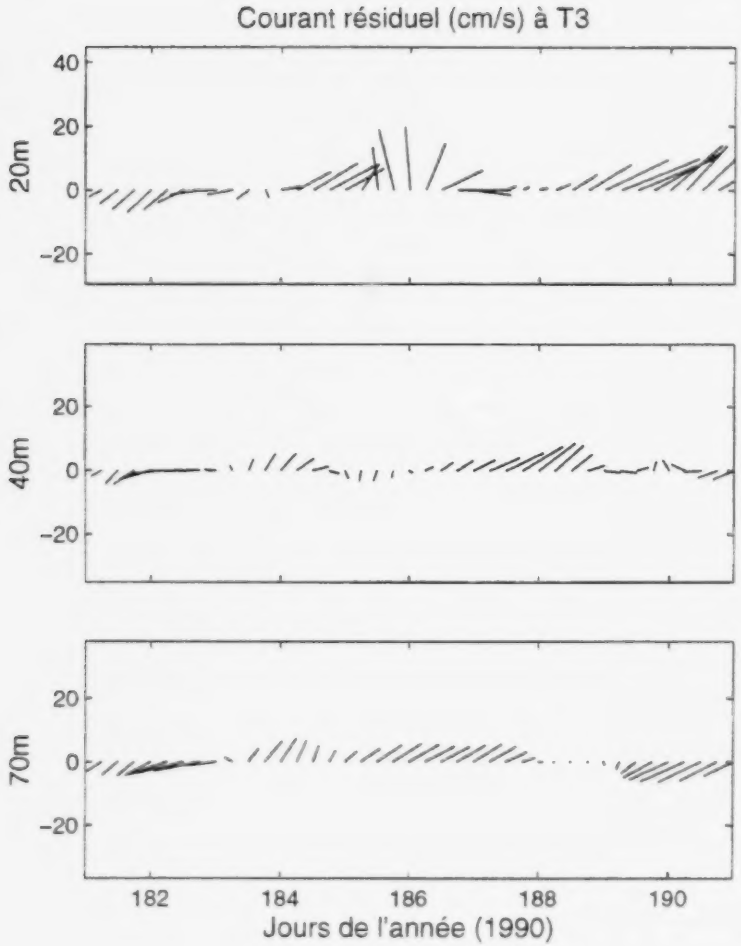

Annexe II.6e. Données horaires et données filtrées (trait gras) de la composante nord du courant entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T5.



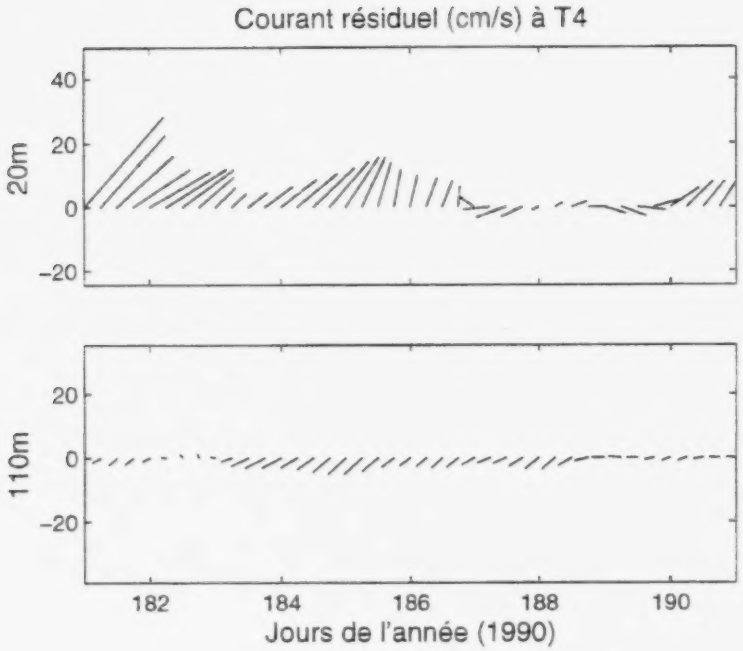

Annexe II.7a. Diagrammes en bâtonnets illustrant les variations de l'amplitude et de la direction des courants résiduels entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T1. Le nord est vers le haut.



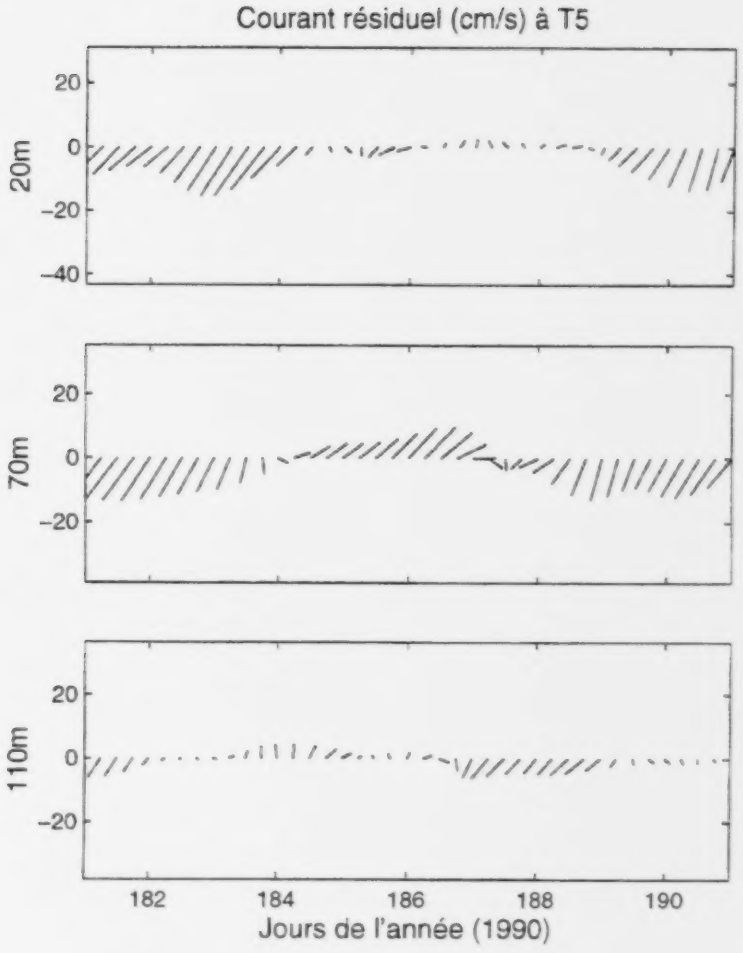

Annexe II.7b. Diagrammes en bâtonnets illustrant les variations de l'amplitude et de la direction des courants résiduels entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T2. Le nord est vers le haut.




Annexe II.7c. Diagrammes en bâtonnets illustrant les variations de l'amplitude et de la direction des courants résiduels entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T3. Le nord est vers le haut.




Annexe II.7d. Diagrammes en bâtonnets illustrant les variations de l'amplitude et de la direction des courants résiduels entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T4. Le nord est vers le haut.




Annexe II.7e. Diagrammes en bâtonnets illustrant les variations de l'amplitude et de la direction des courants résiduels entre le 30 juin (jour 181) et le 9 juillet (jour 190) 1990 aux profondeurs indiquées pour le mouillage T5. Le nord est vers le haut.

# ANNEXE III

Dans l'annexe III sont rassemblées toutes les sections de température, salinité, concentration de particules en suspension et d'oxygène dissous ainsi que celles des vitesses axiales et transversales pour chaque campagne. Le numéro de la section correspond au numéro de la première station de la section le long de la rive sud, à l'exception de la section 00 qui commence par la station 47 (Figure 1).

Sections de température (T) et salinité (S)

Les isothermes (°C) et les isohalines (psu) sont tracés par intervalle de 2 unités.

Sections de concentration en particules en suspension (Ps) et en oxygène dissous ($DO_2$)

Les iso-concentrations de particules sont tracées par intervalle de 0.5 ppm (partie par million en terme de volume de particules). L'iso-concentration de 0.3 ppm a été ajoutée parce qu'elle représente la concentration d'une bonne partie des résultats. Les iso-concentrations d'oxygène dissous sont tracées par intervalle 10 % de saturation.

Sections des composantes de vitesse barocline

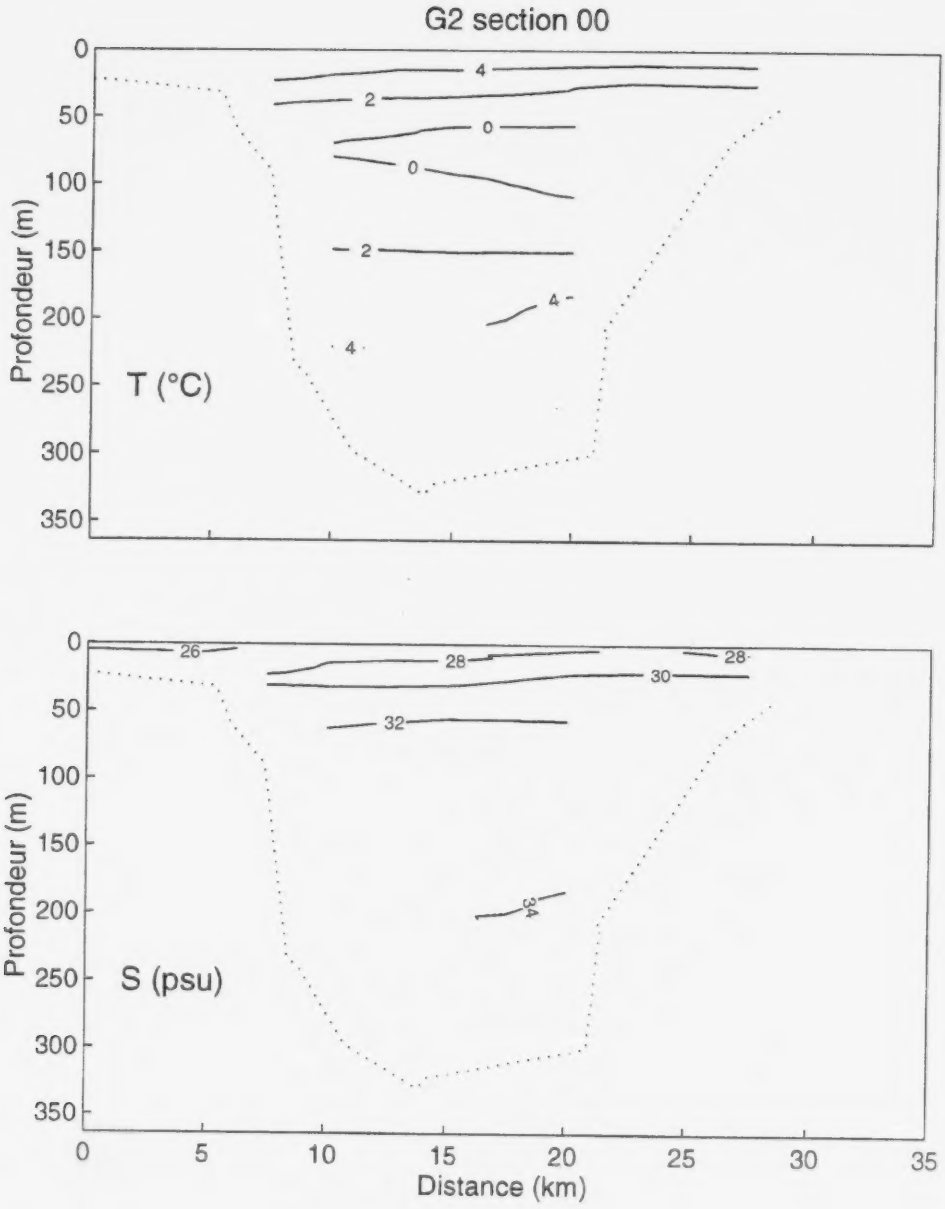
La vitesse barocline est décomposée en ses composantes axiale (Va) et transversale (Vt) à l'estuaire; l'axe de l'estuaire a été fixé à 40° par rapport à l'est. Leurs iso-amplitudes sont tracées par intervalle 10 $cm \cdot s^{-1}$. La vitesse moyenne retranchée des profils à chaque station est fournie par la variable Vm: vitesse axiale moyenne en trait plein et vitesse transversale moyenne en trait pointillé. Le moment de la marée est également indiqué par un chiffre de -6 à 5 qui est placé au dessus du graphique de Vm à la position du profil et qui identifie le moment de la mesure en nombre d'heures avant (-) ou après (+) la marée haute (MH).

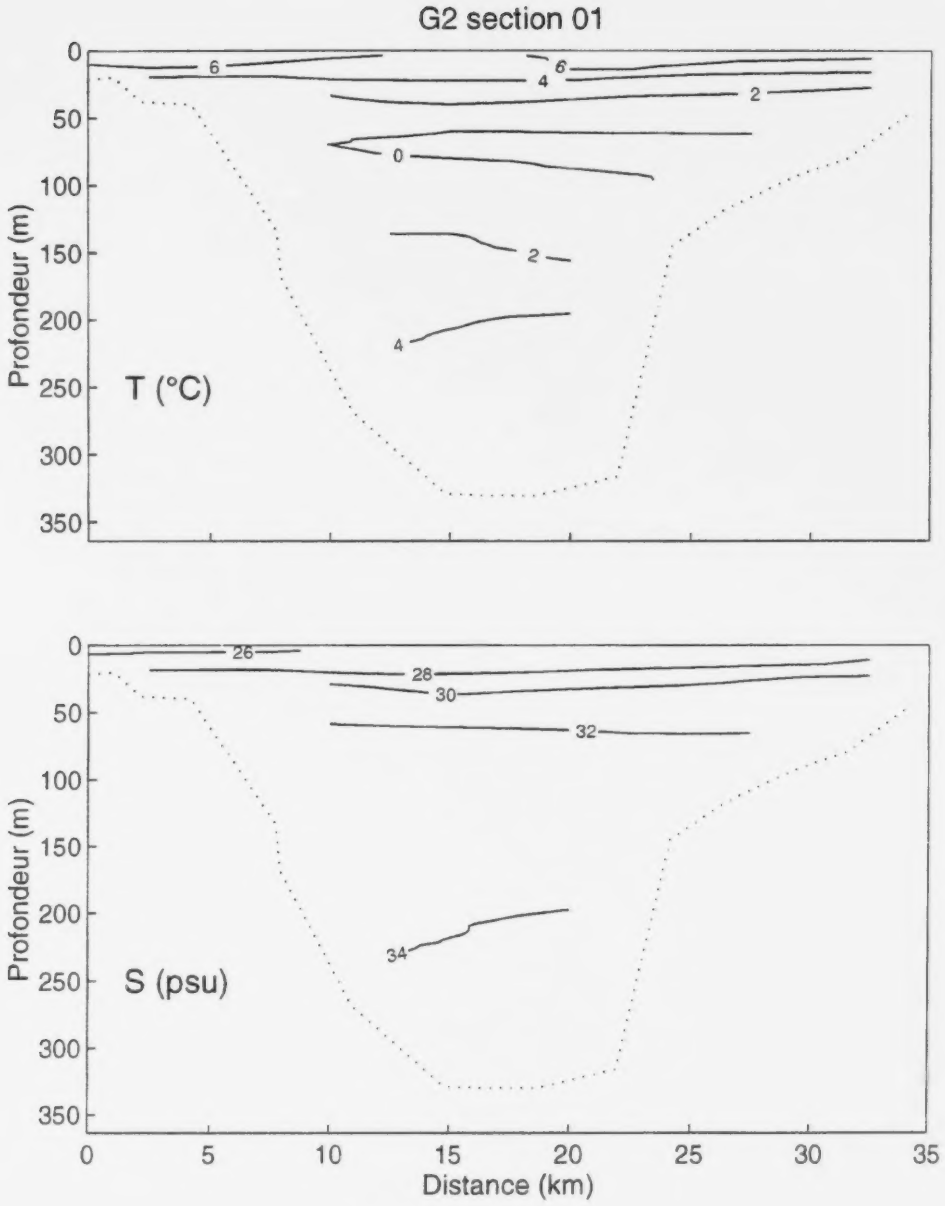
Subdivisions de l'Annexe III

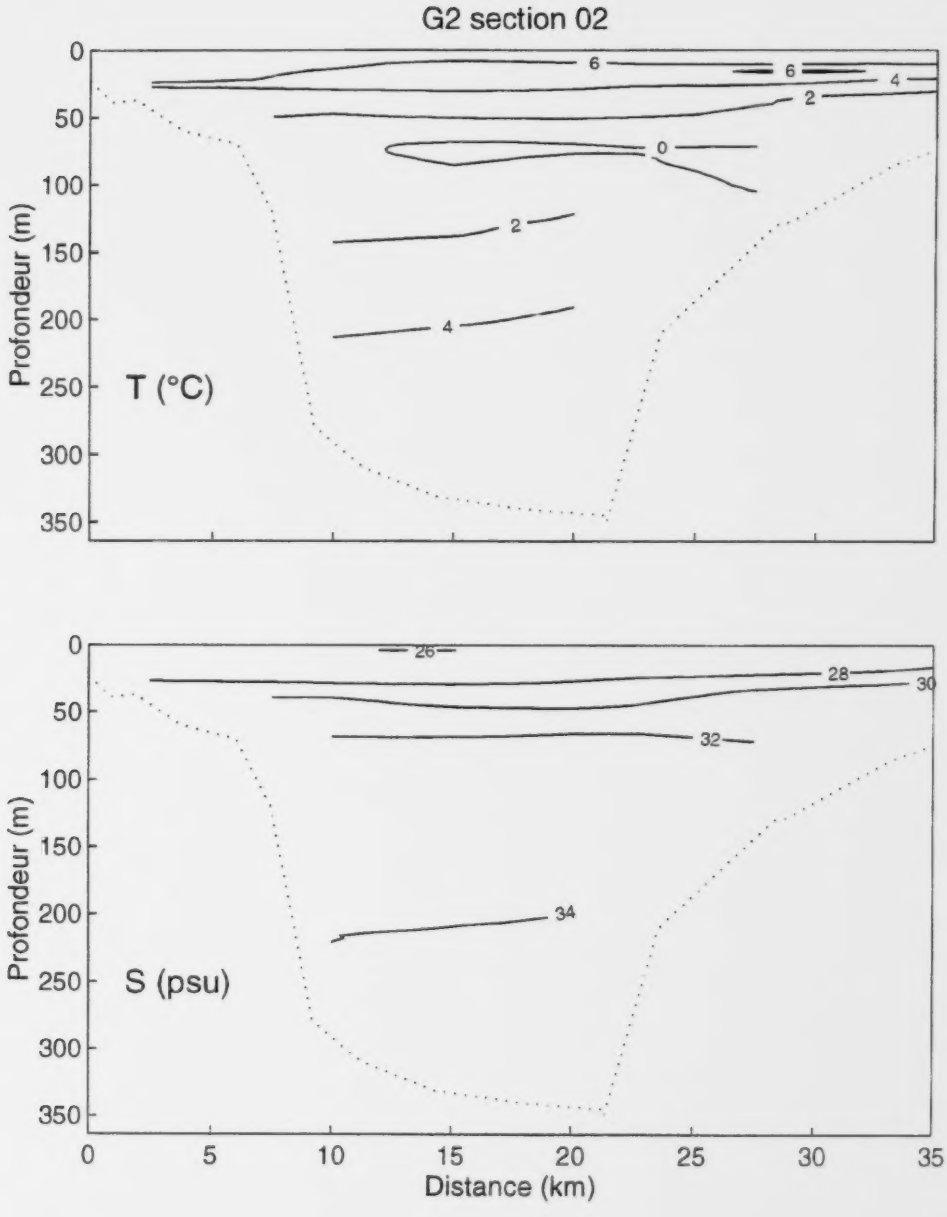
Annexe III.1. Sections de la campagne G2. (p. 55)
Annexe III.2. Sections de la campagne G3. (p. 81)
Annexe III.3. Sections de la campagne G4. (p. 107)

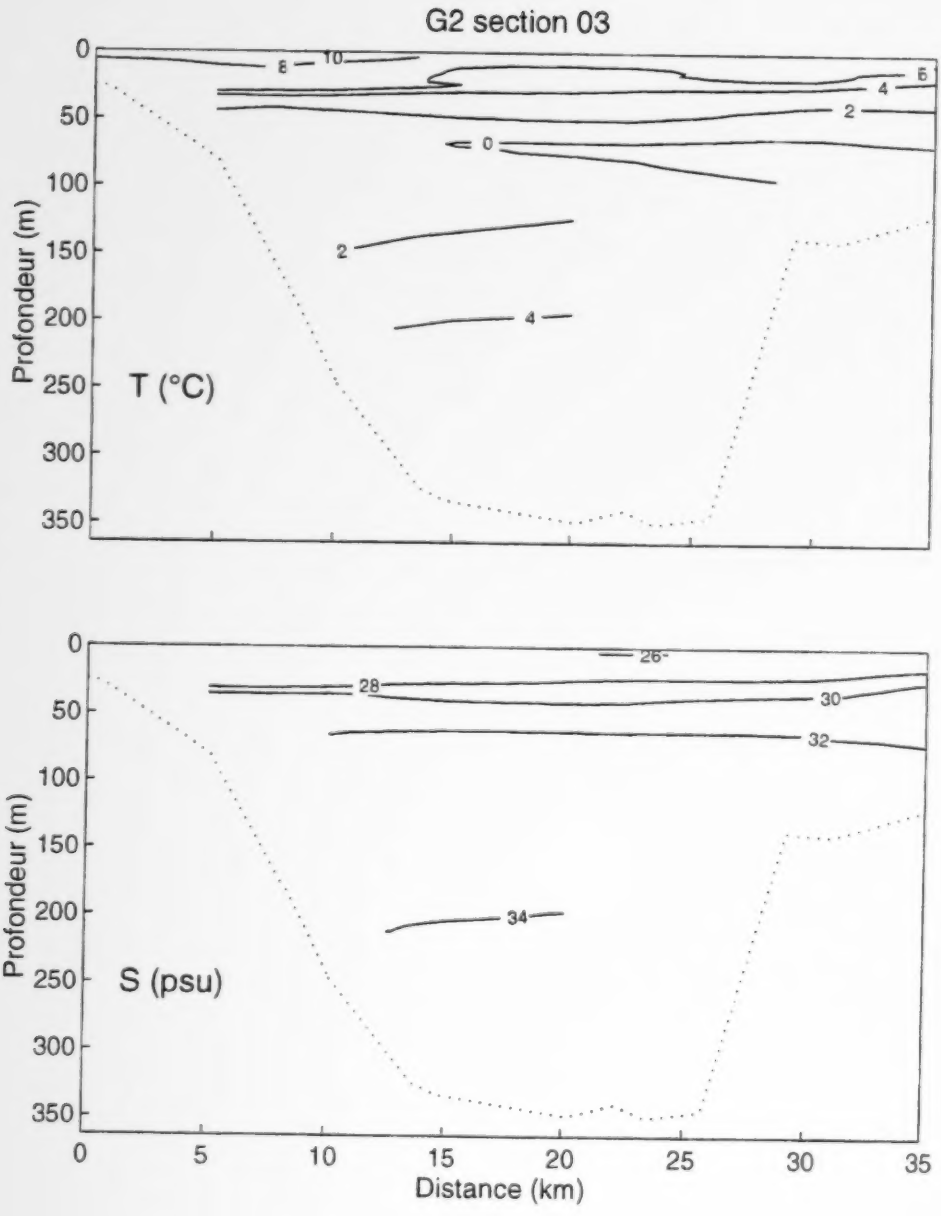
Annexe III.1. Sections de la campagne G2.

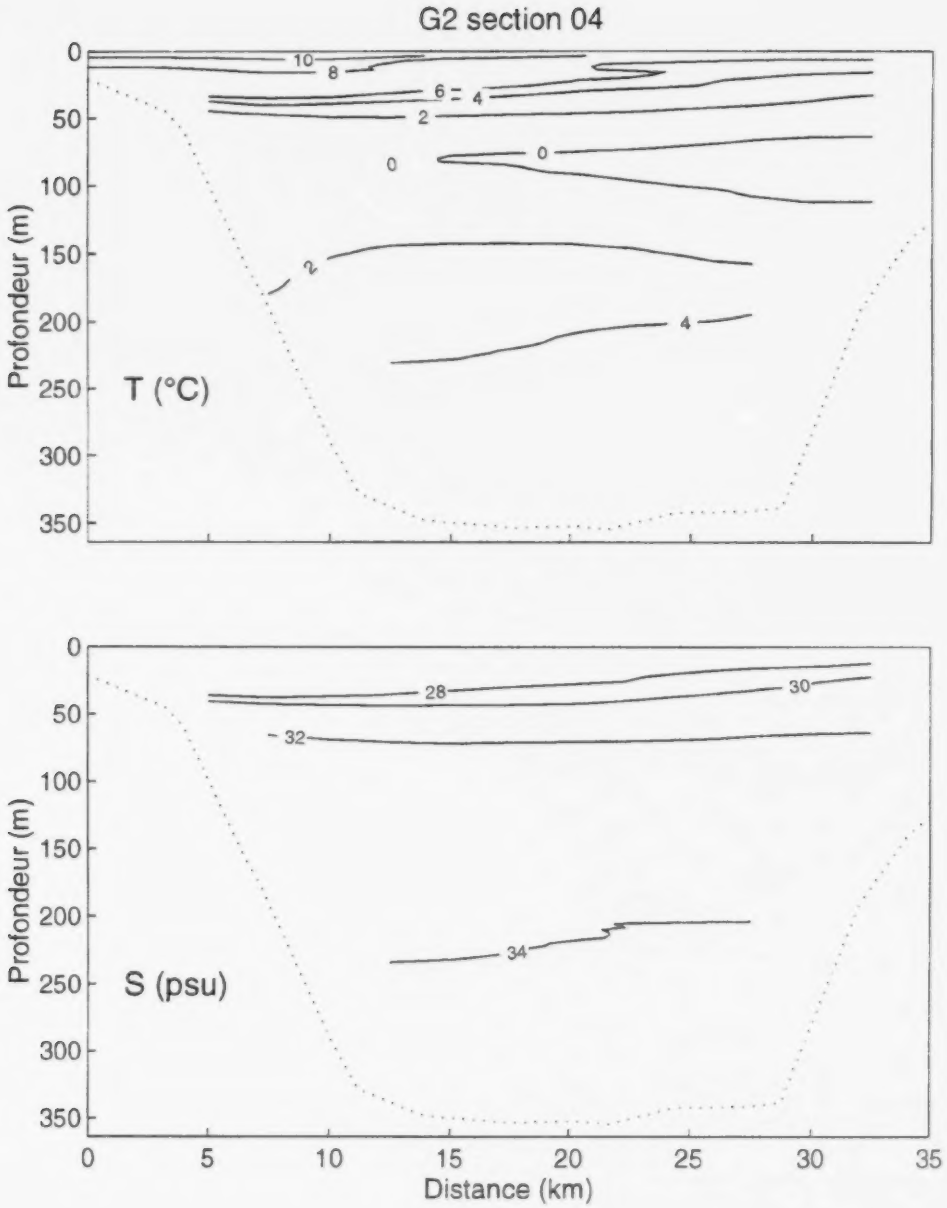
Se référer au début de l'annexe pour la description du contenu de chacune des sections.

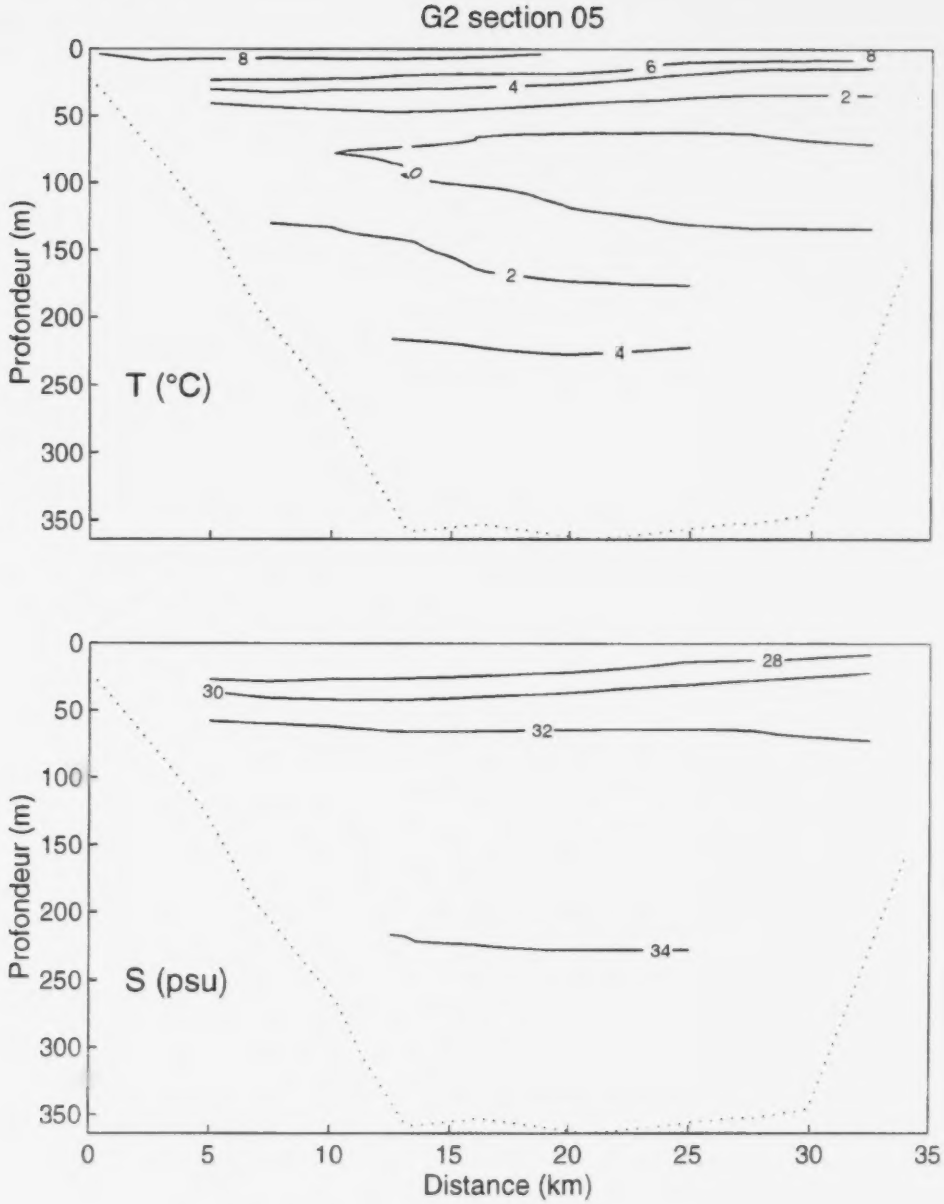

G2 section 00
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
4
2
0
0
2
4
4
26
28
28
30
32
34
0
5
10
15
20
25
30
35

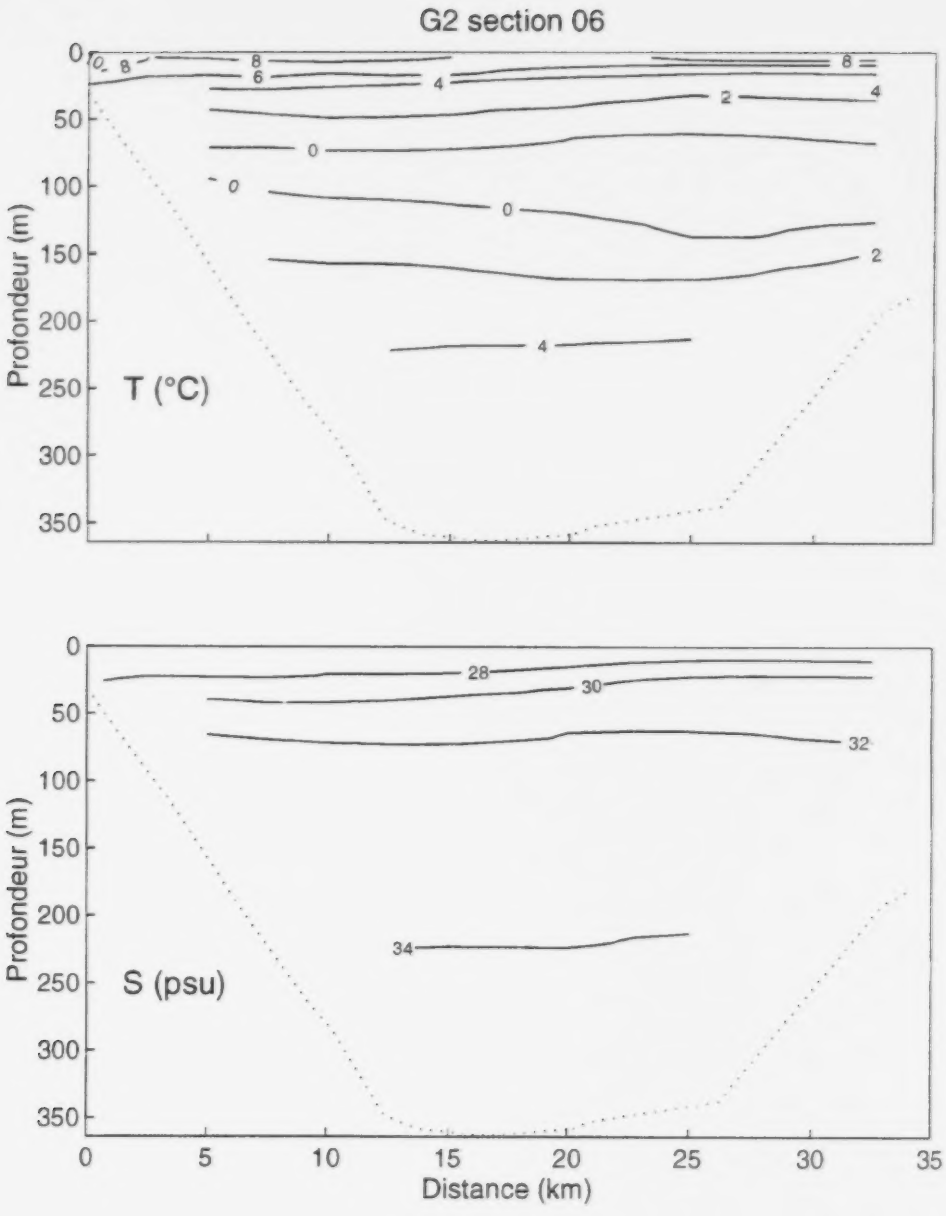

G2 section 01
Profondeur (m)
T (°C)
6
6
4
2
0
2
4
S (psu)
26
28
30
32
34
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35

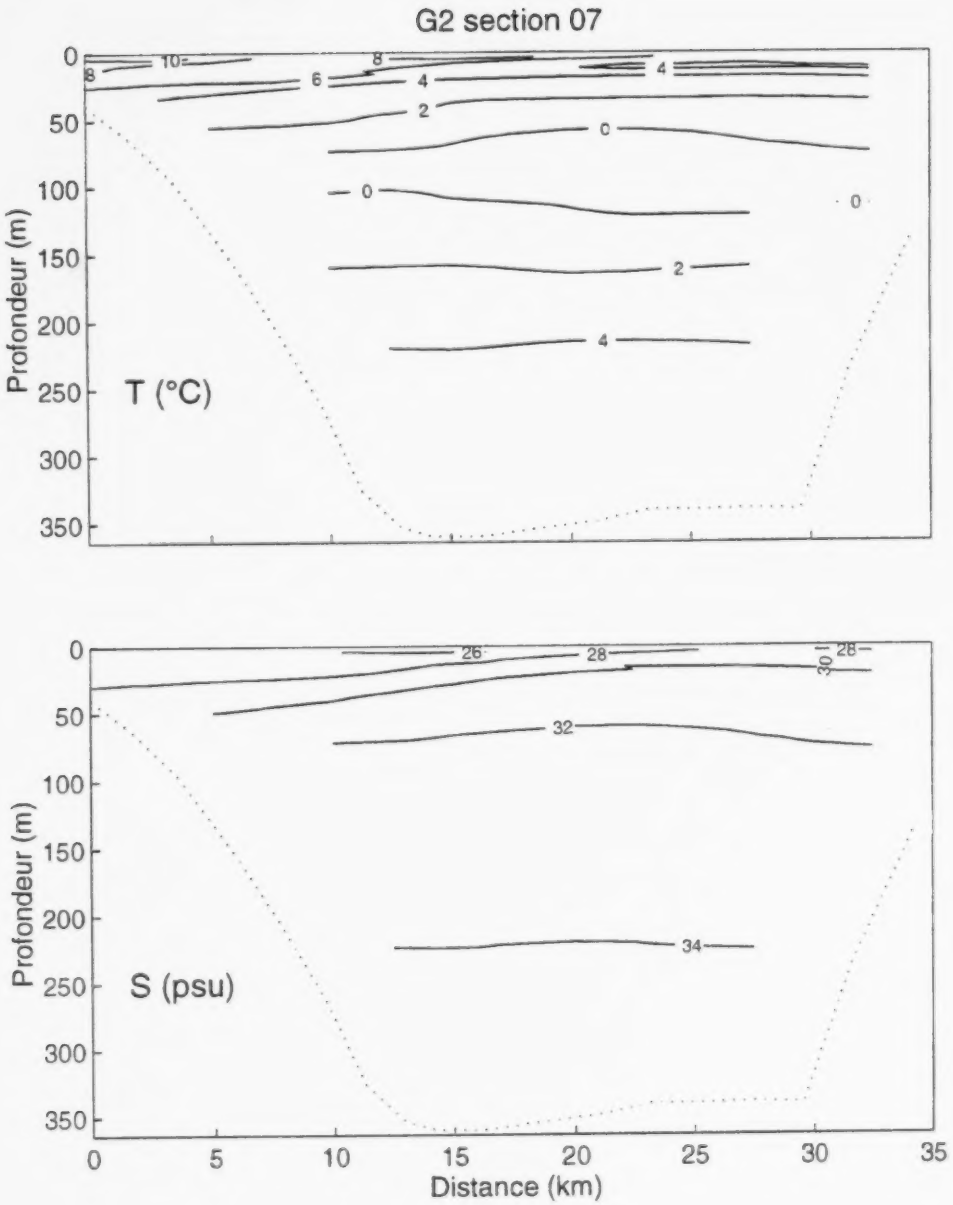

G2 section 02
Profondeur (m)
T (°C)
6
6
4
2
0
2
4
S (psu)
26
28
30
32
34
Distance (km)

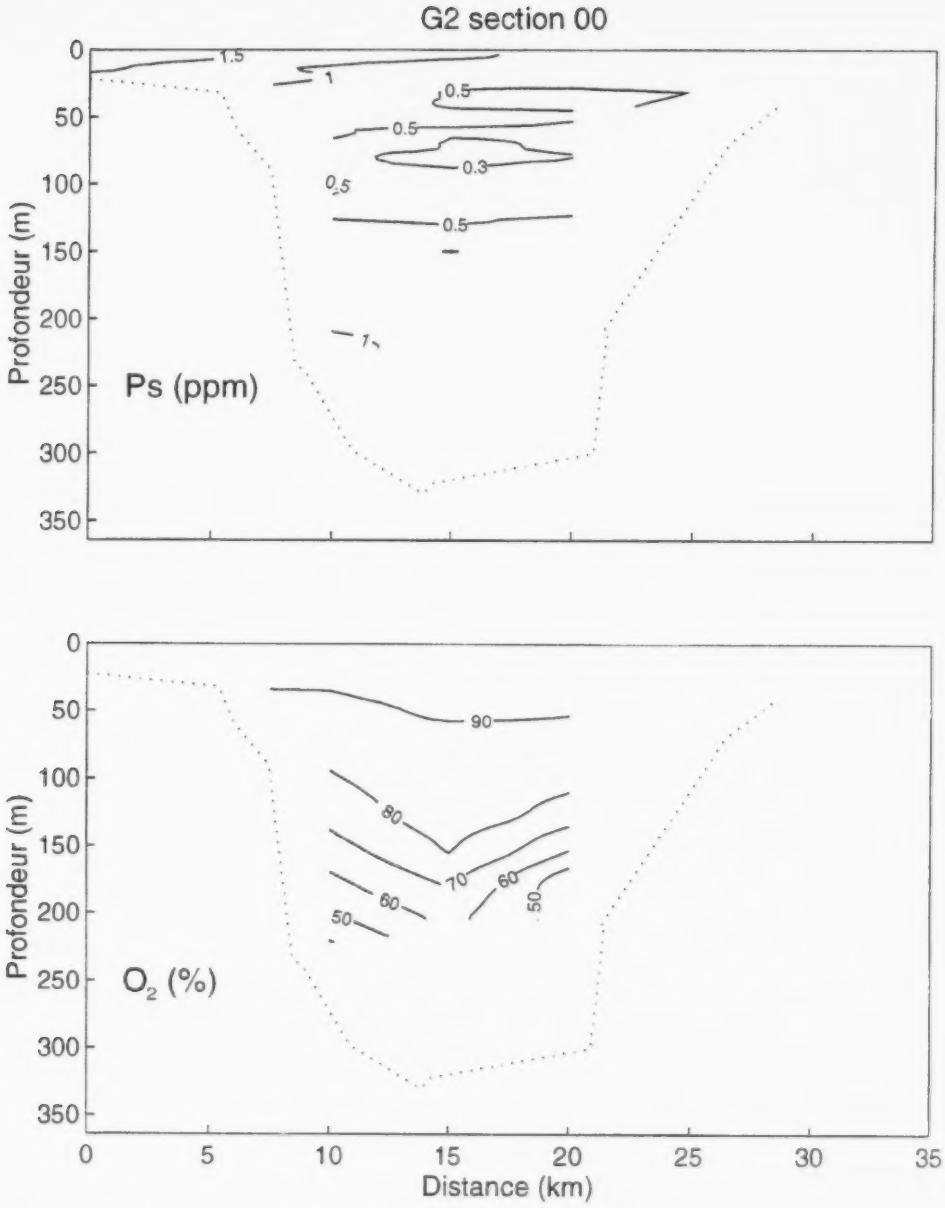

G2 section 03
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
10
6
4
2
0
2
4
26
28
30
32
34

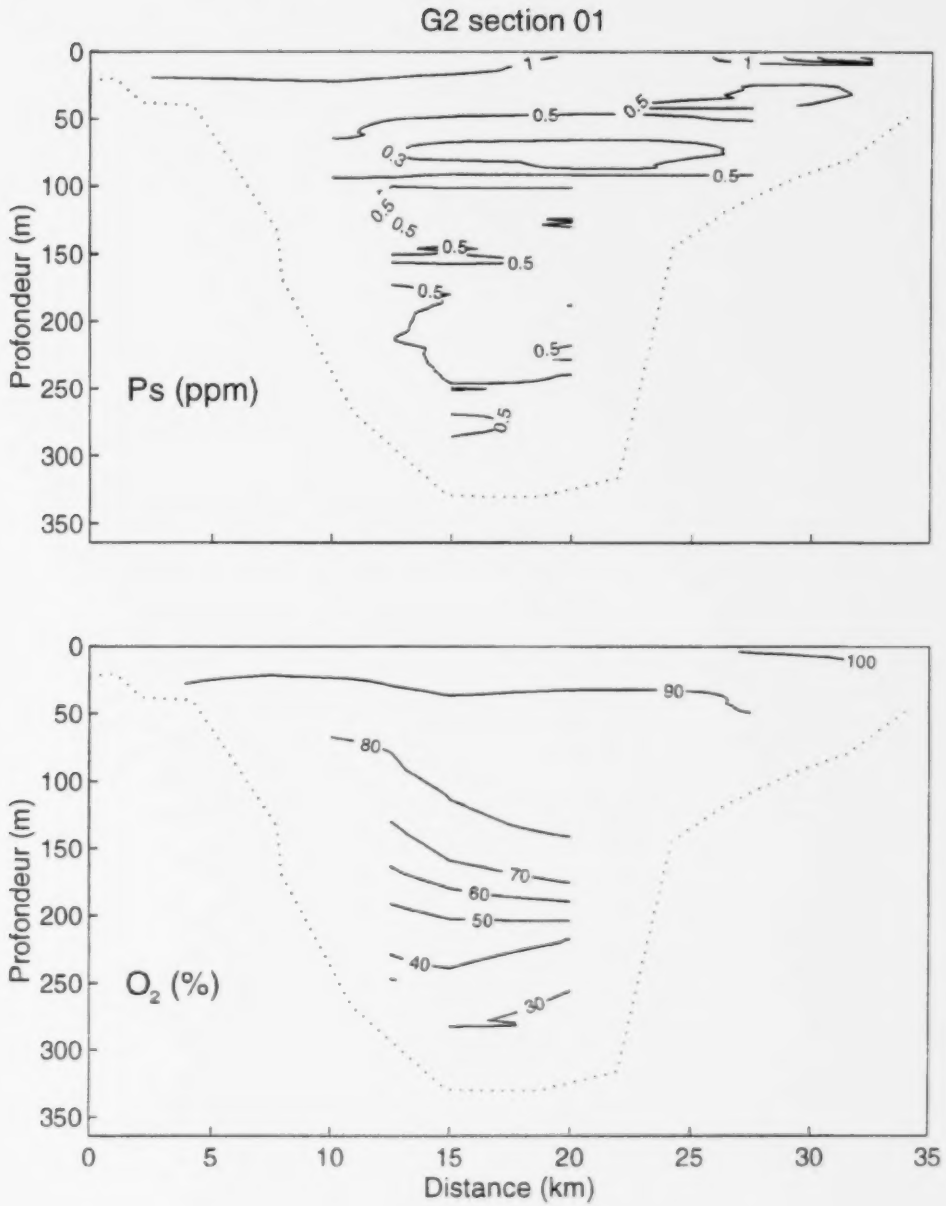

G2 section 04
Profondeur (m)
T (°C)
10
8
6
4
2
0
0
2
4
S (psu)
28
30
32
34
Distance (km)

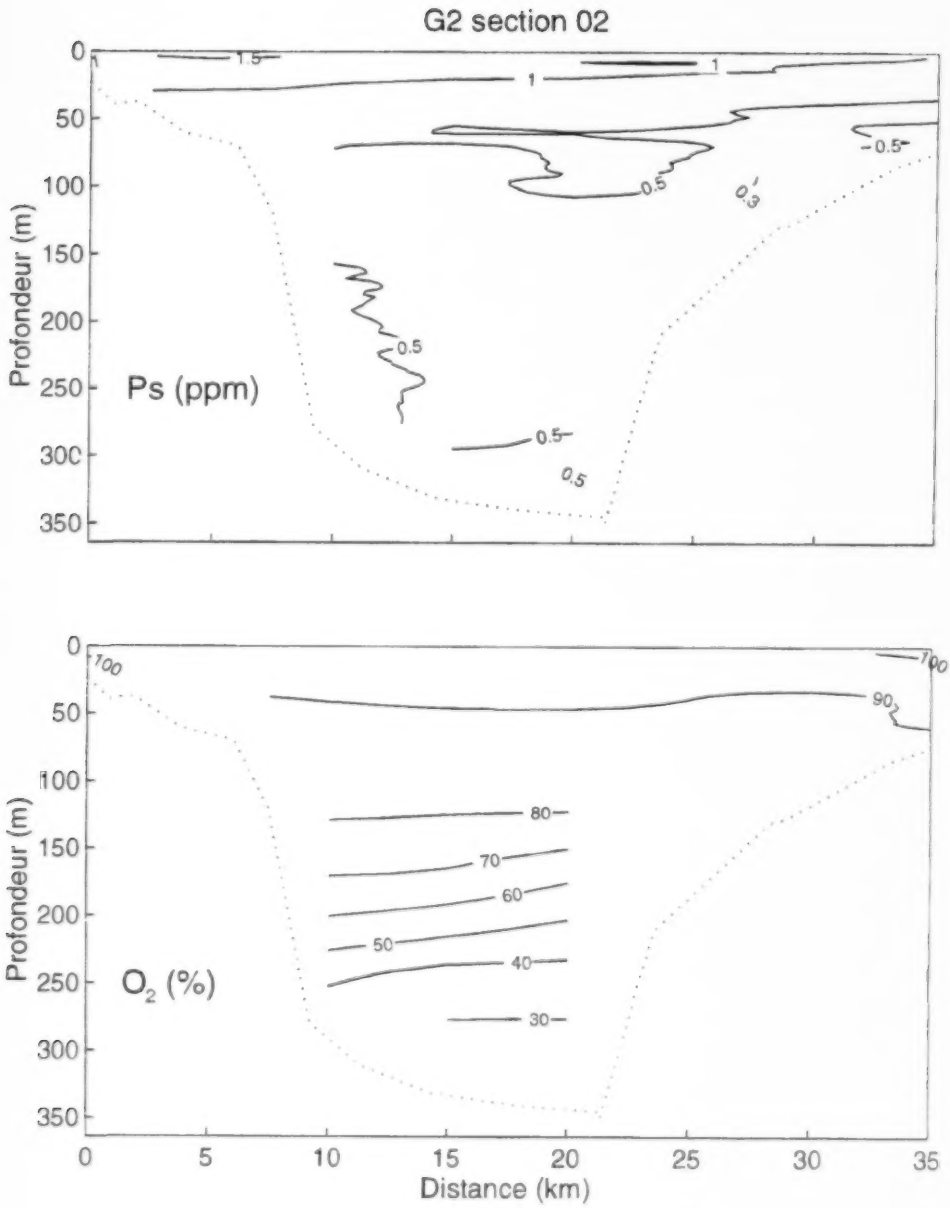

G2 section 05
Profondeur (m)
T (°C)
8
6
4
2
0
2
4
S (psu)
28
30
32
34
Distance (km)

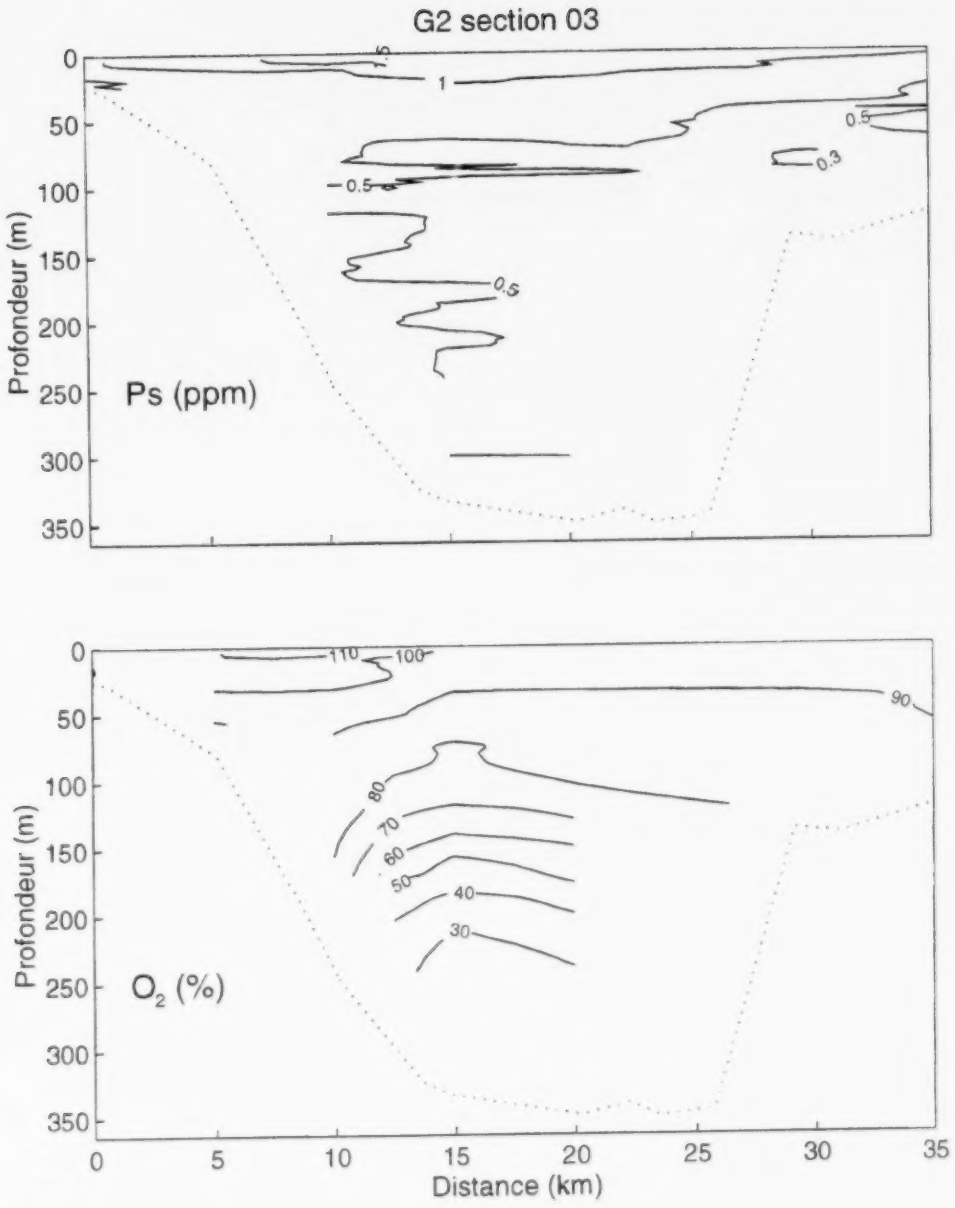

G2 section 06
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
28
30
32
34

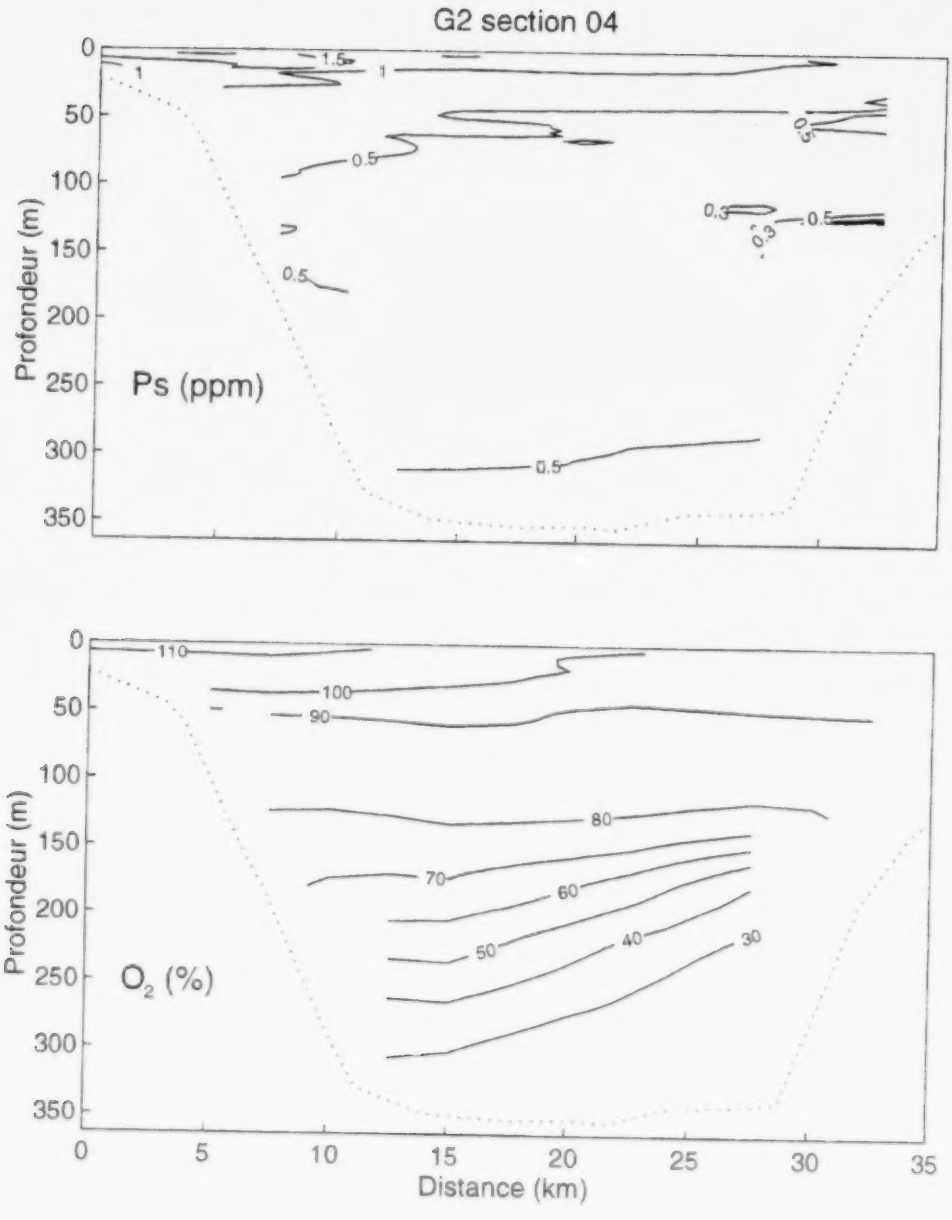

G2 section 07
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
10
8
6
4
2
0
26
28
32
34

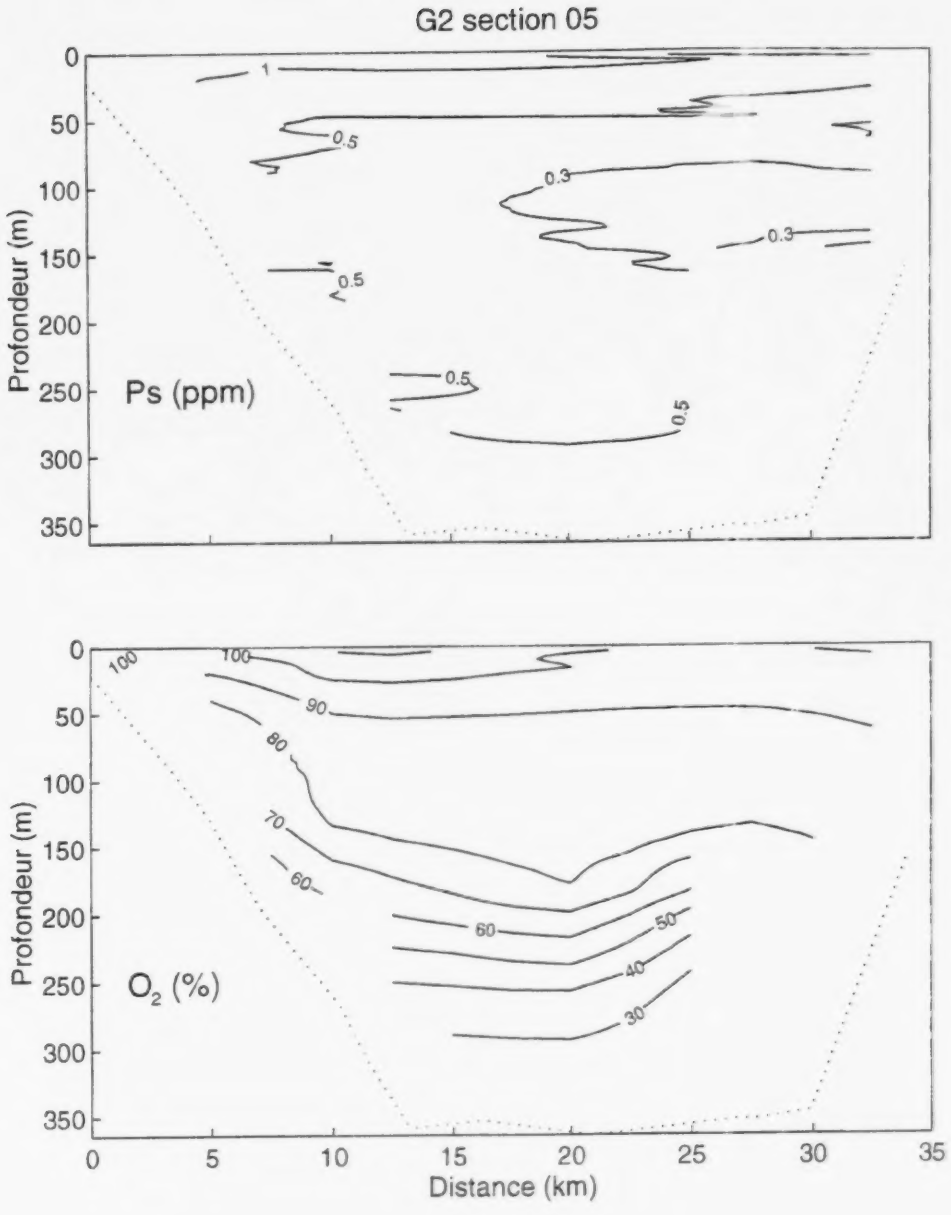

G2 section 00
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.3
0.5
90
80
70
60
60
50
50
$O_2$ (%)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

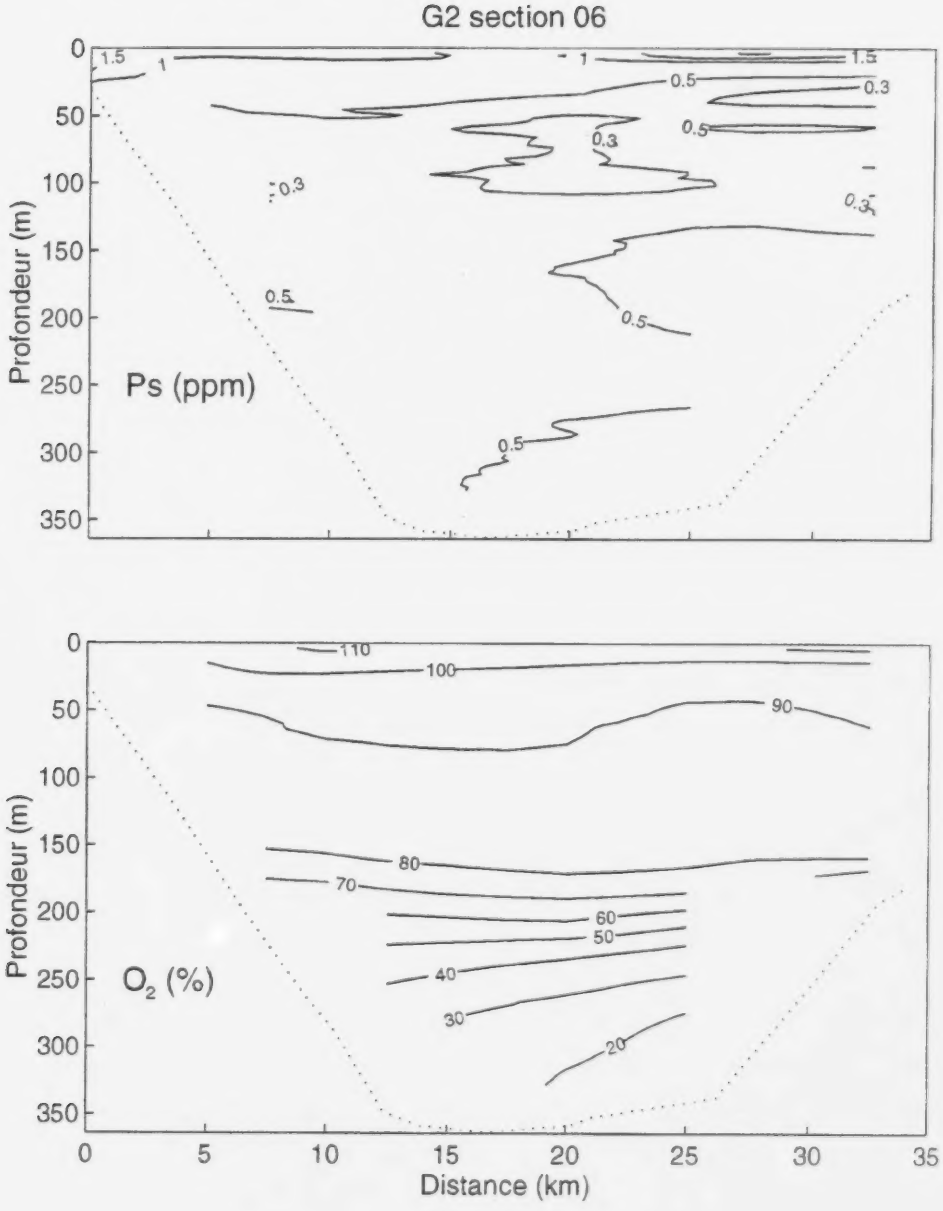

G2 section 01
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.3
0.5
O2 (%)
100
90
80
70
60
50
40
30
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

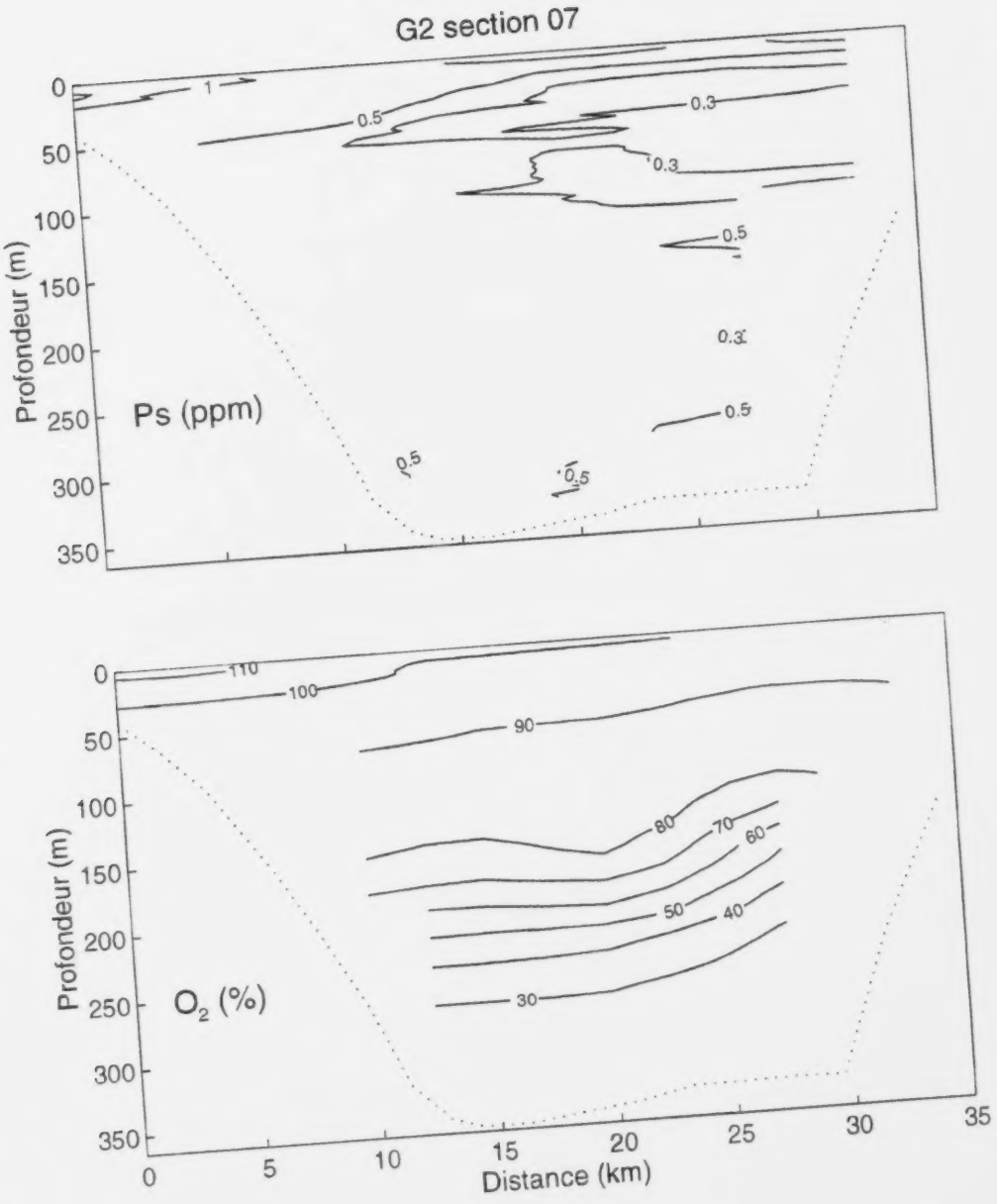

G2 section 02
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
1
0.5
0.5
0.3
0.5
0.5
0.5
O2 (%)
100
100
90
80
70
60
50
40
30
Distance (km)

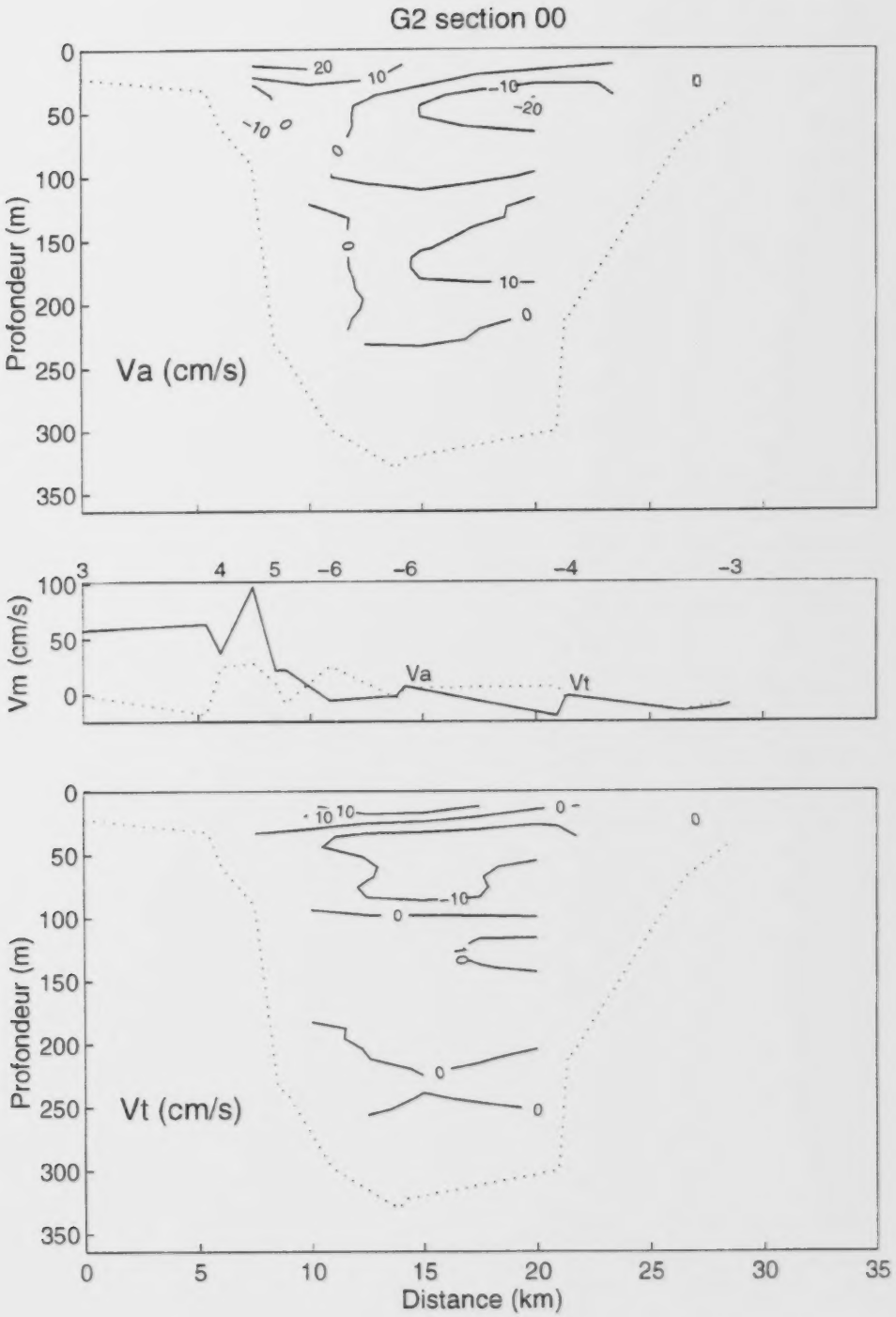

G2 section 03
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.3
0.5
0.5
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

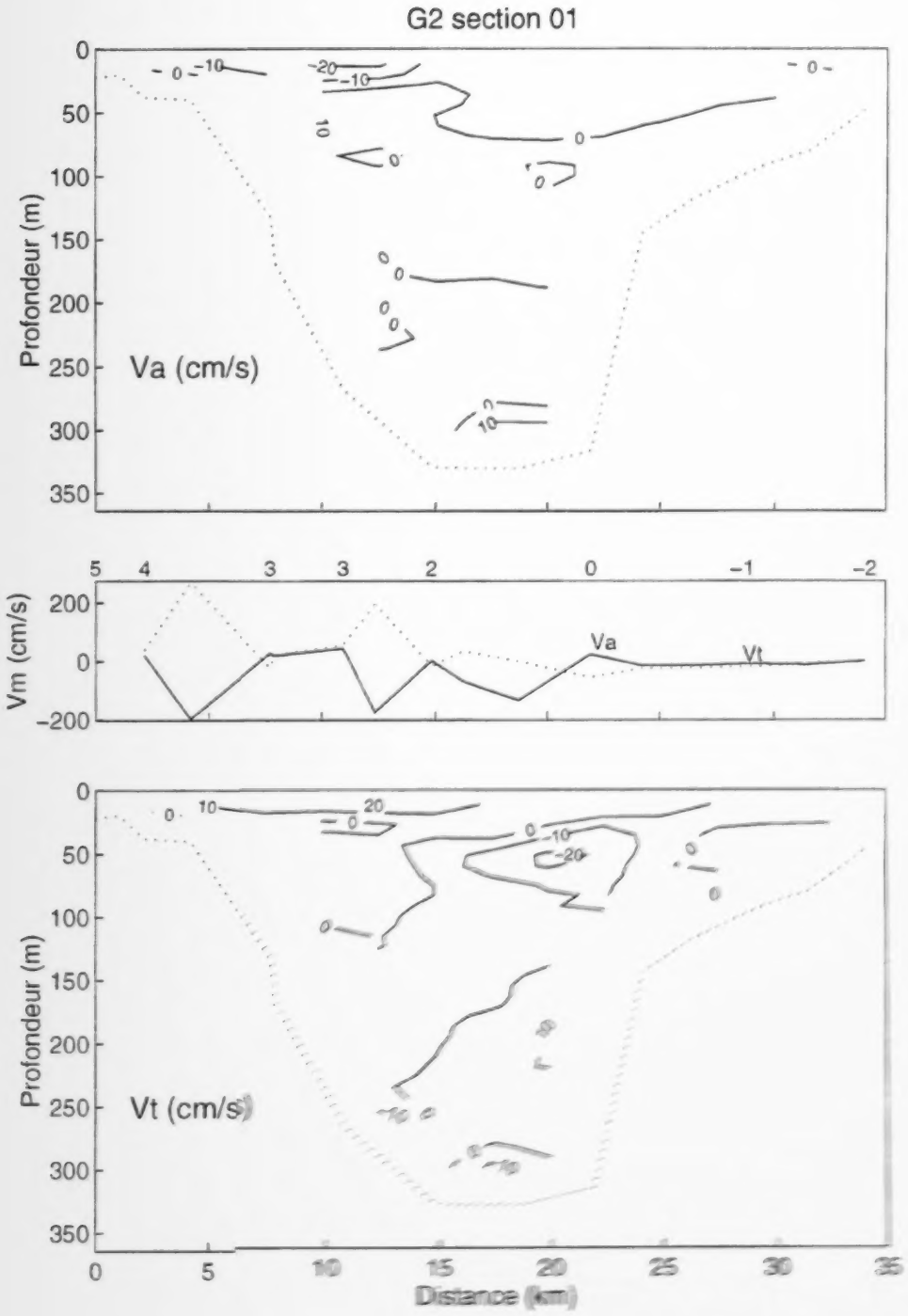

G2 section 04
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.3
0.5
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
Distance (km)

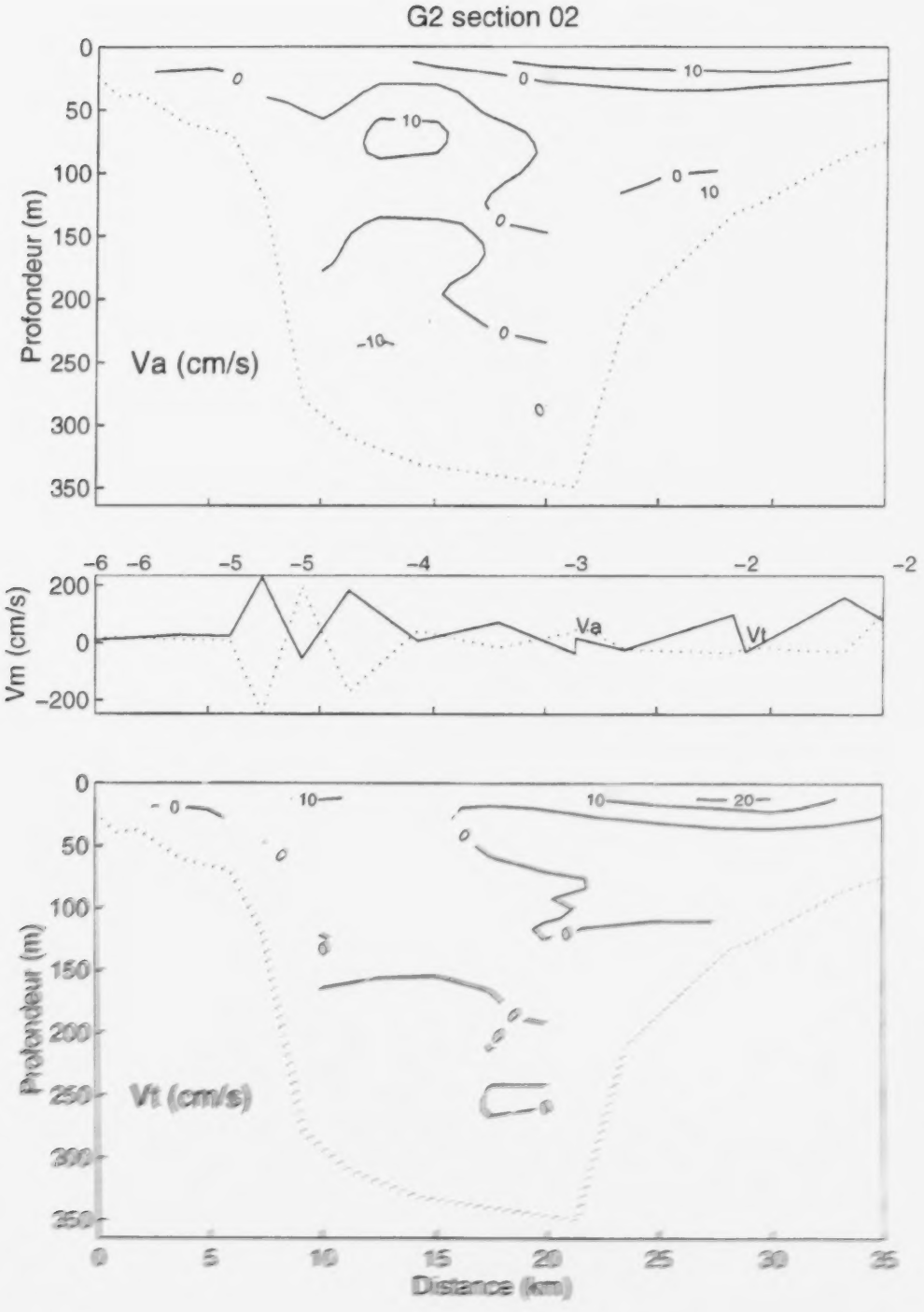

G2 section 05
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.3
0.3
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
100
90
80
70
60
60
50
40
30
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

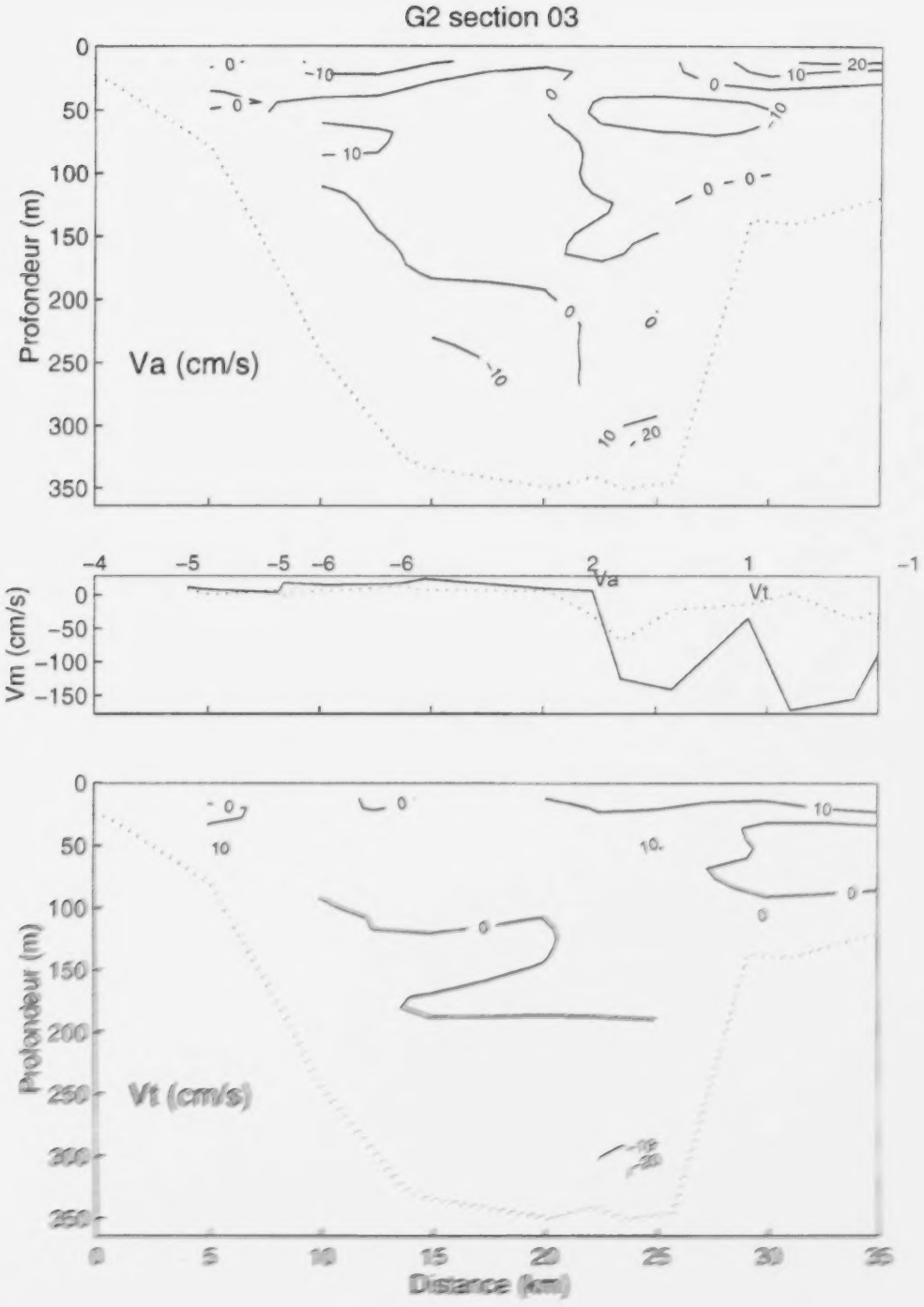

G2 section 06
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.3
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
Distance (km)

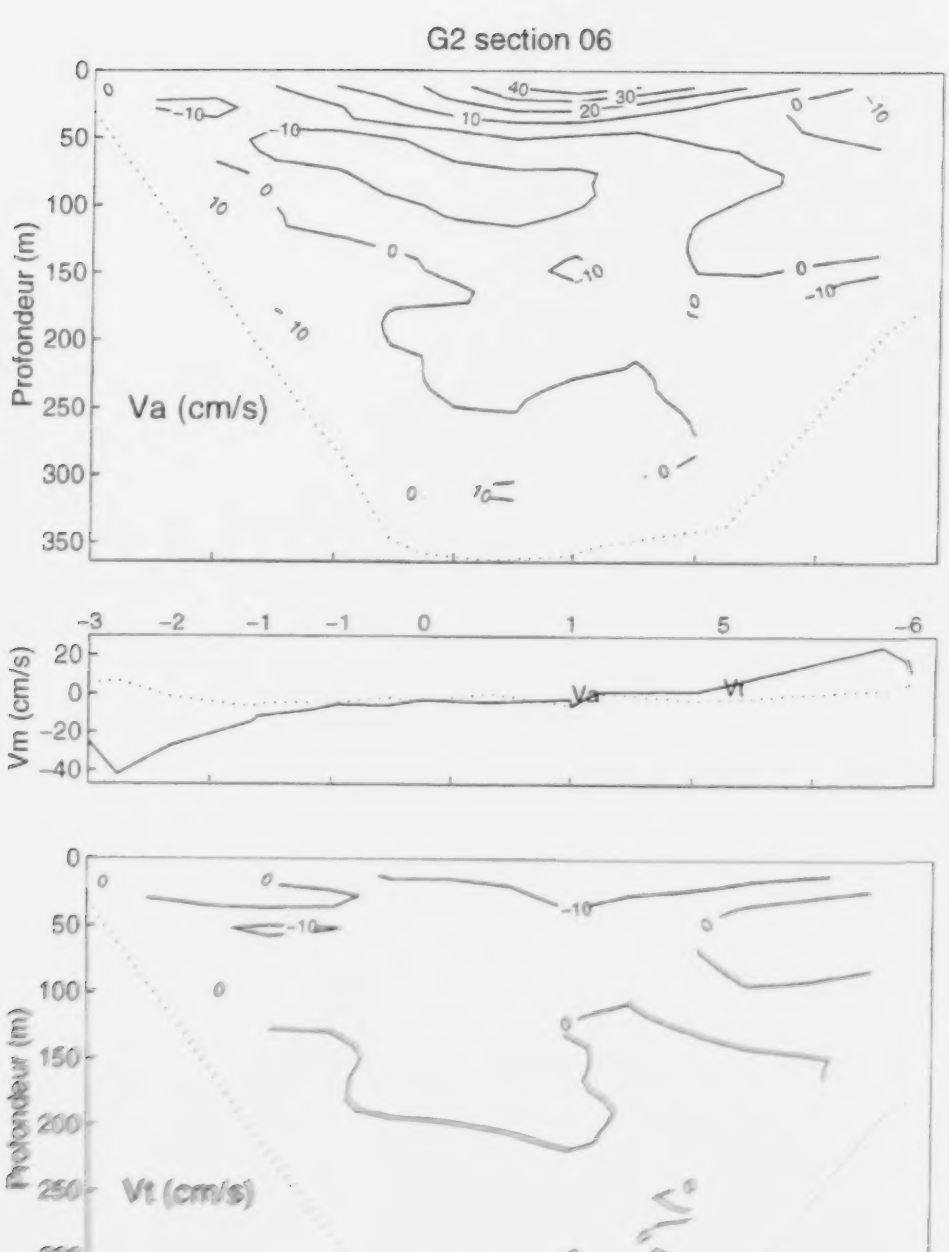

G2 section 07
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.3
0.3
0.5
0.3
0.5
0.5
0.5
0
50
100
150
200
250
300
350
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
40
30
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

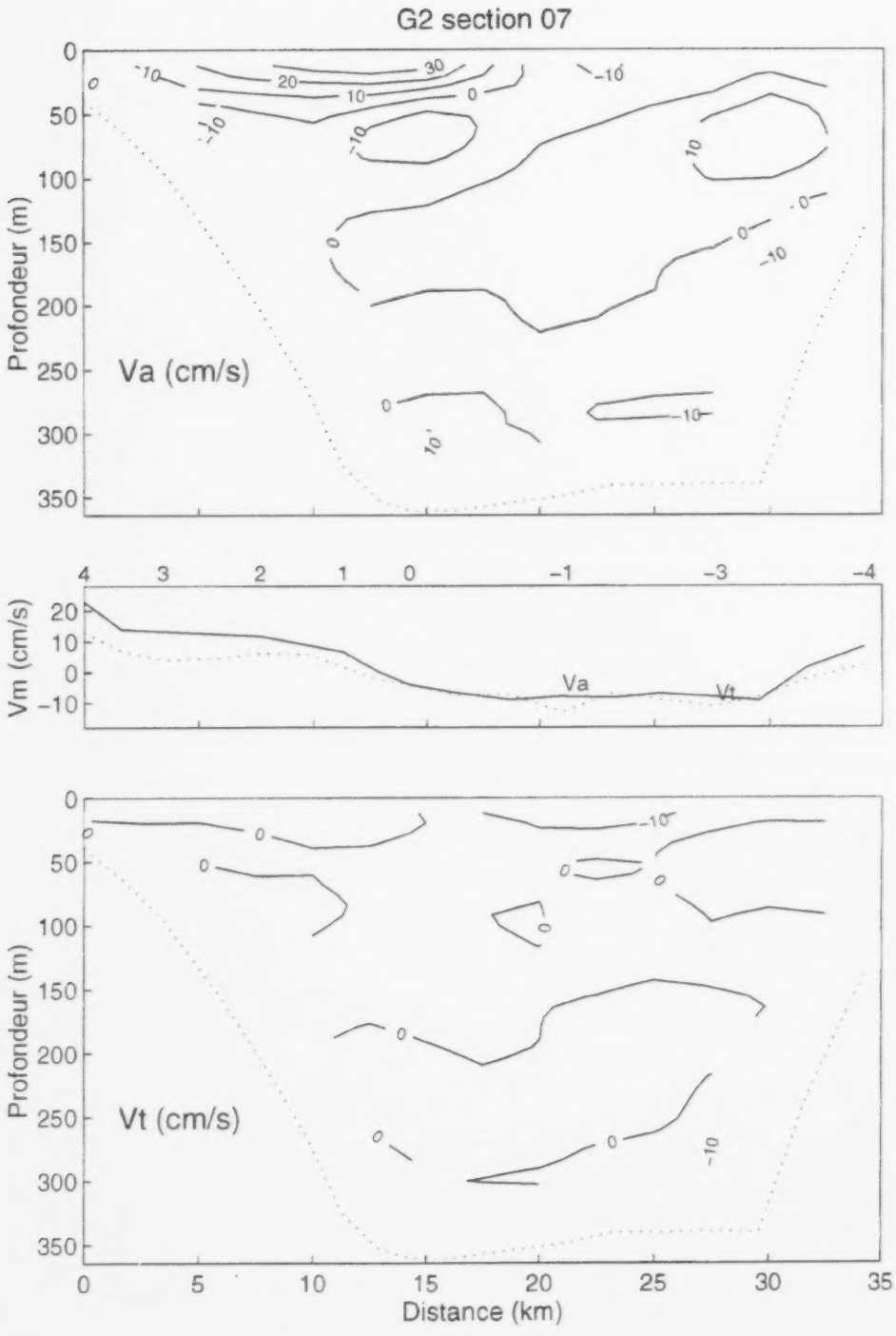

G2 section 00
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)


G2 section 01
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)


G2 section 02
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

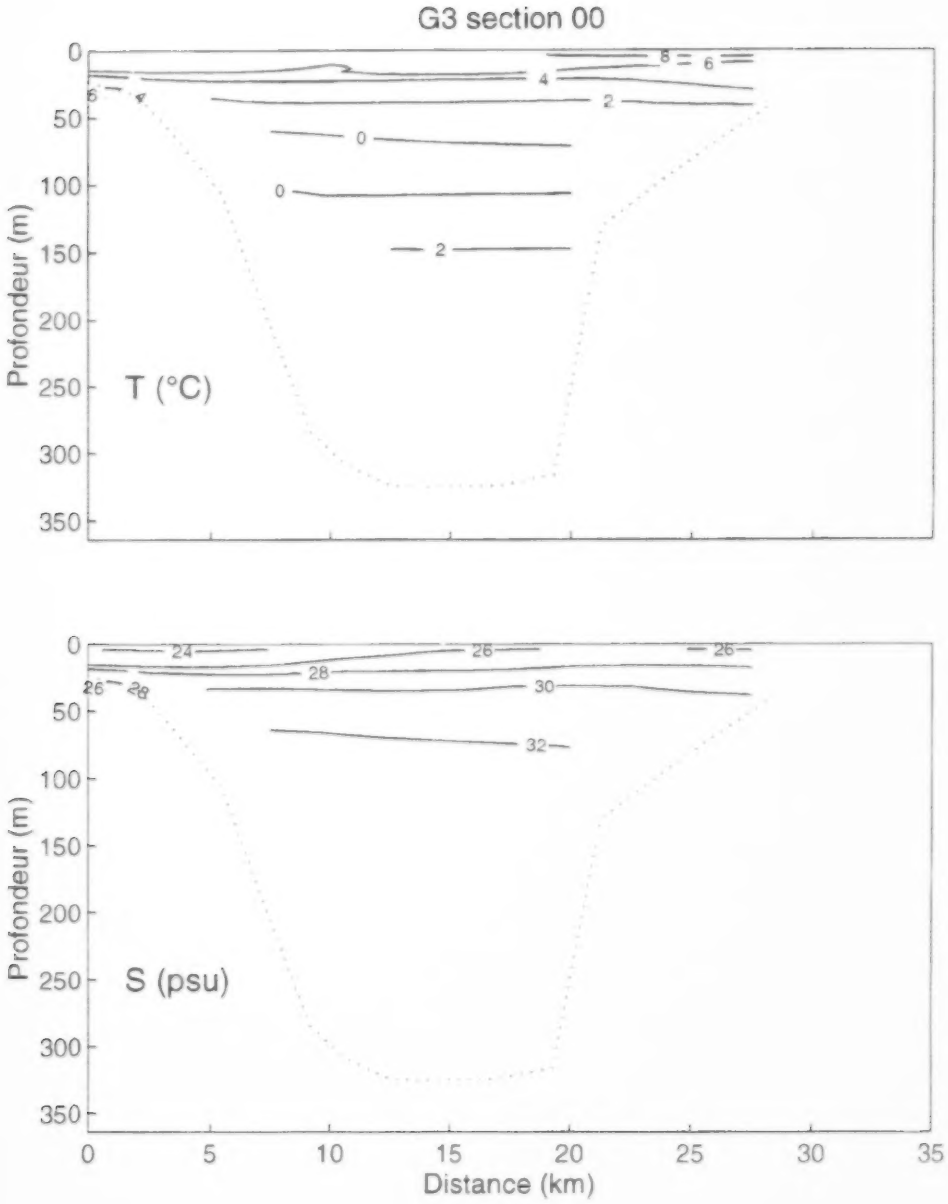

G2 section 03
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

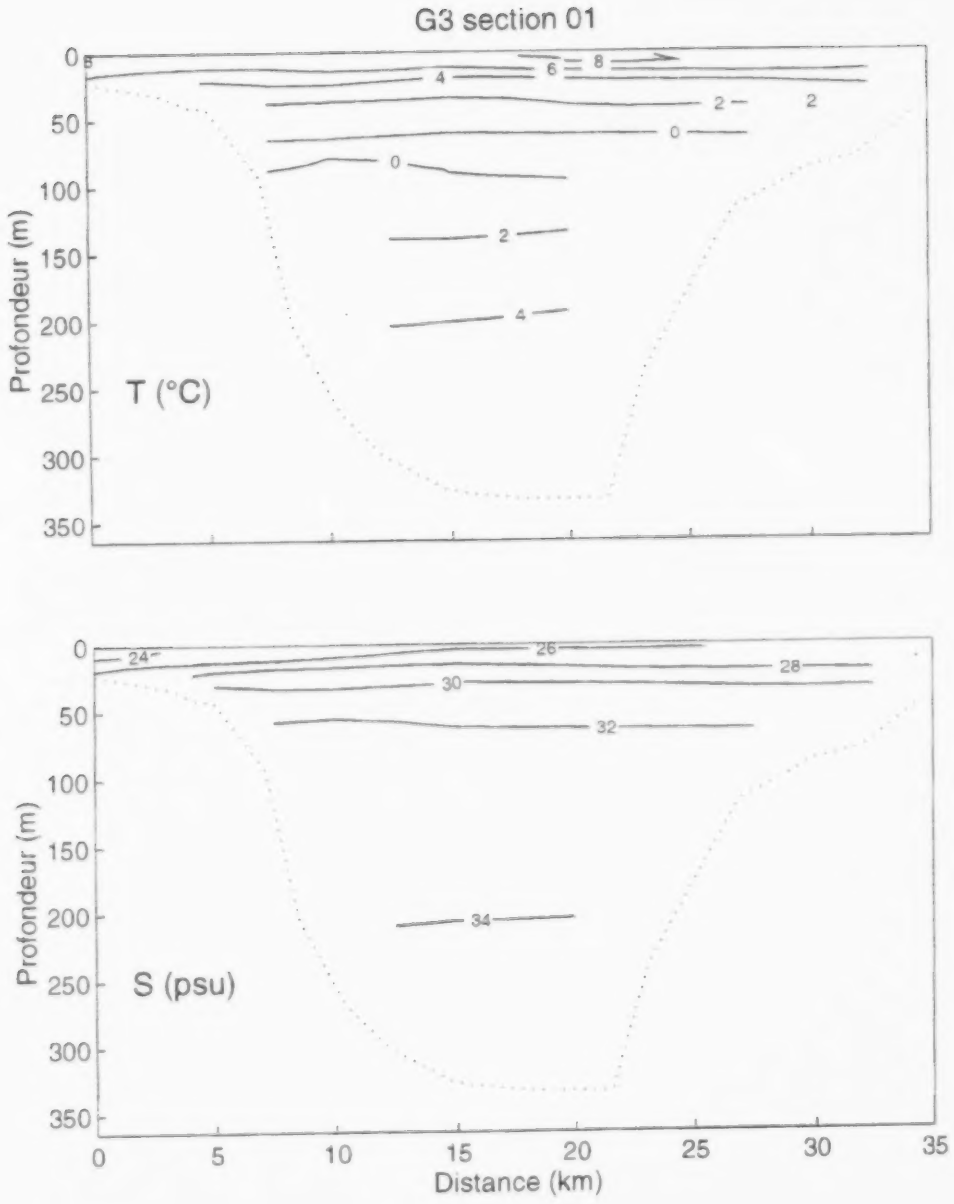

G2 section 06
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

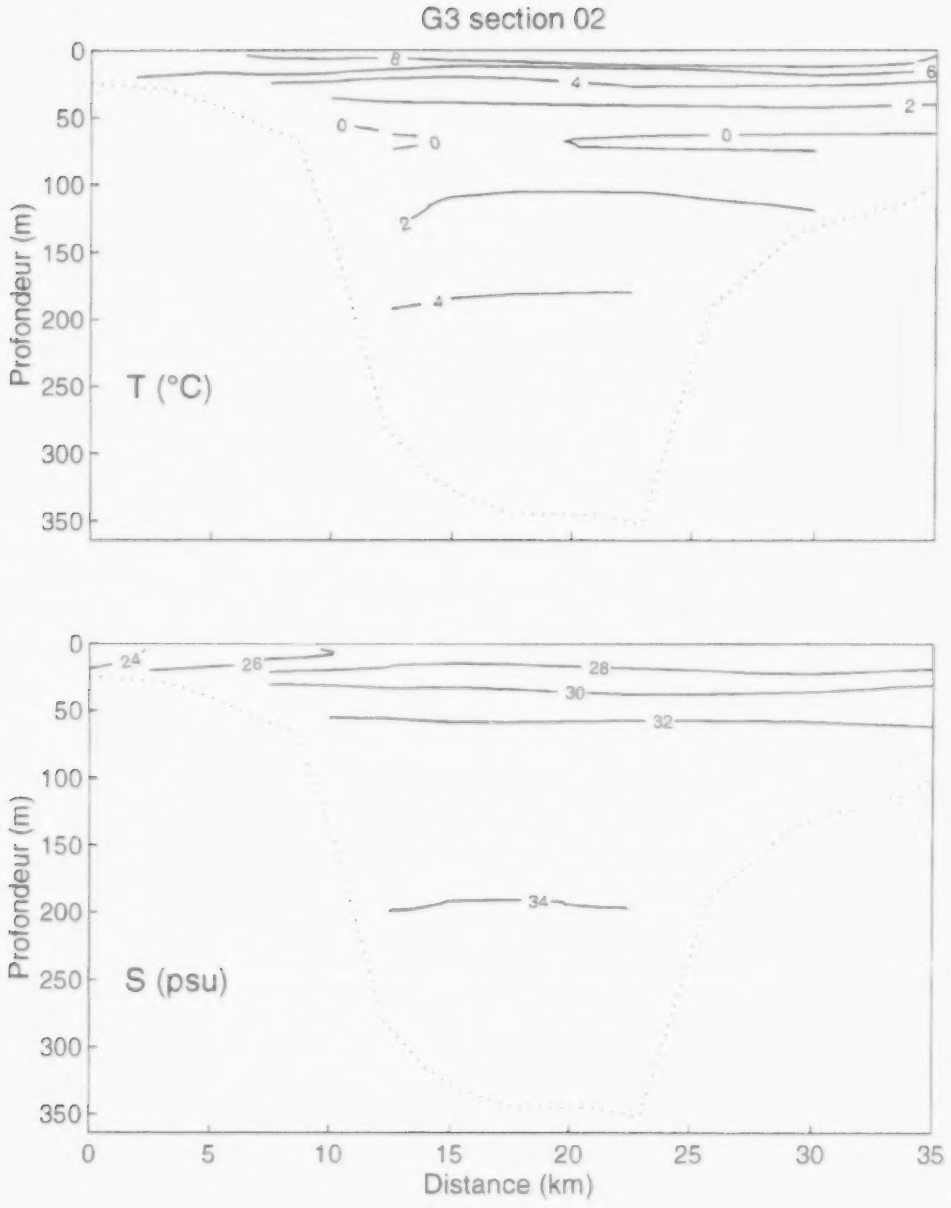

G2 section 07
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

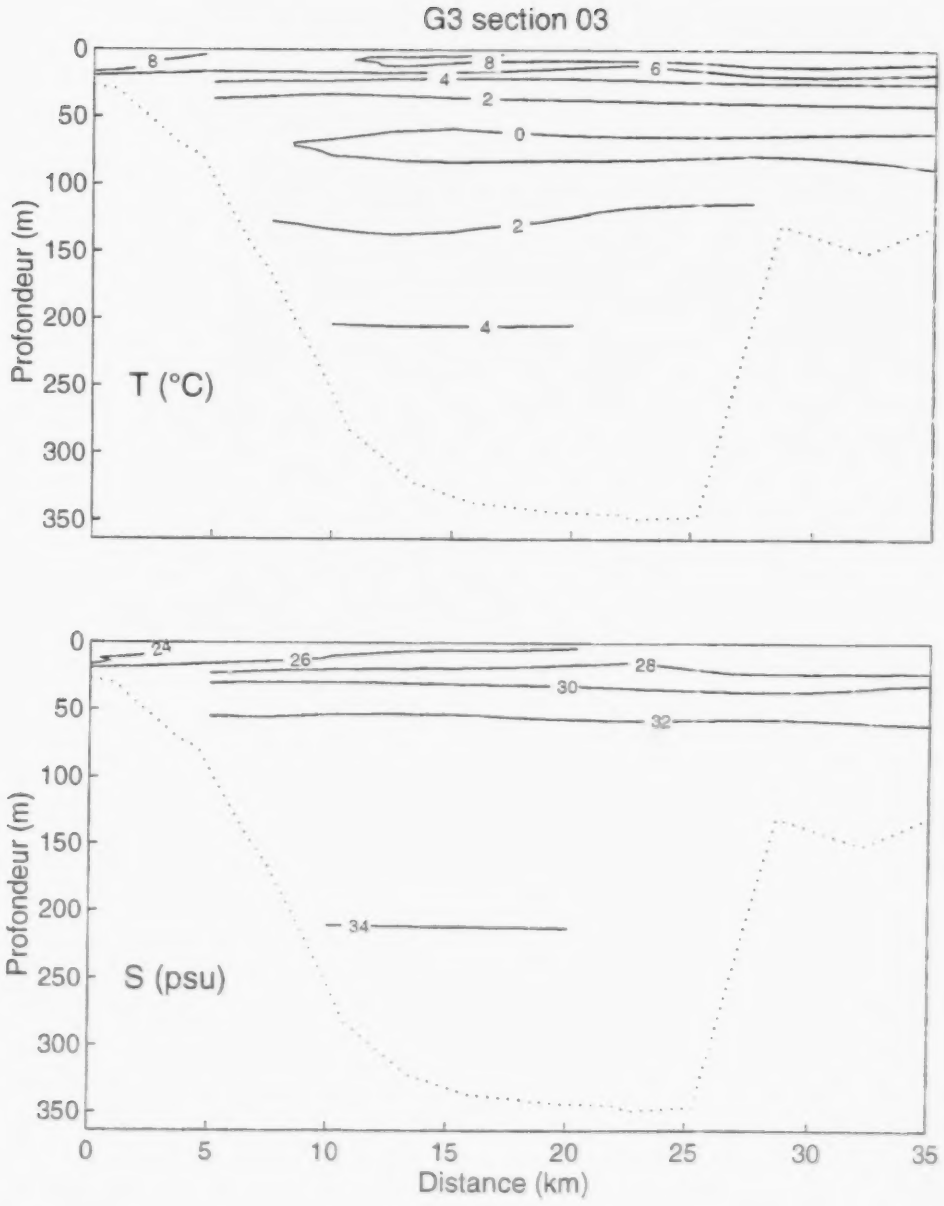
Annexe III.2. Sections de la campagne G3.

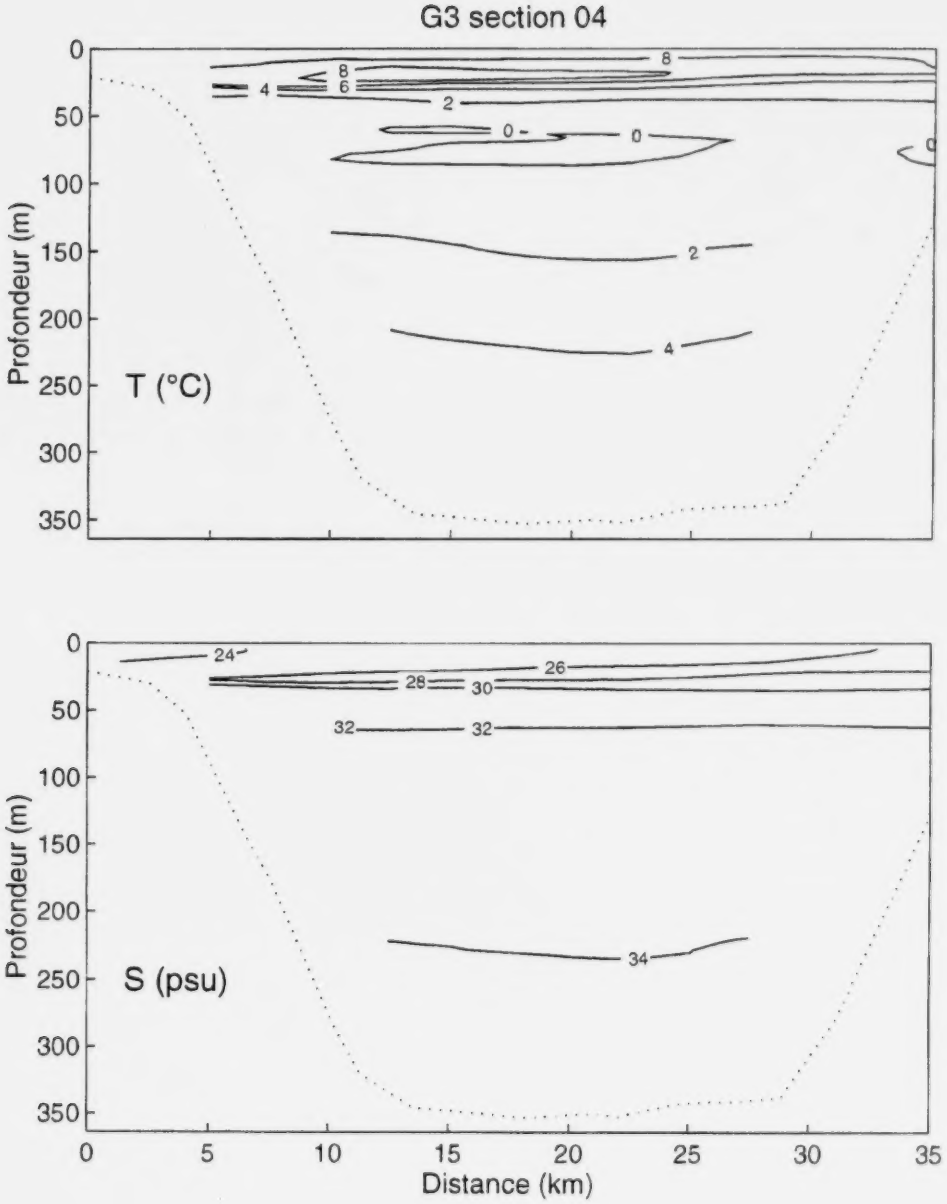
Se référer au début de l'annexe pour la description du contenu de chacune des sections.

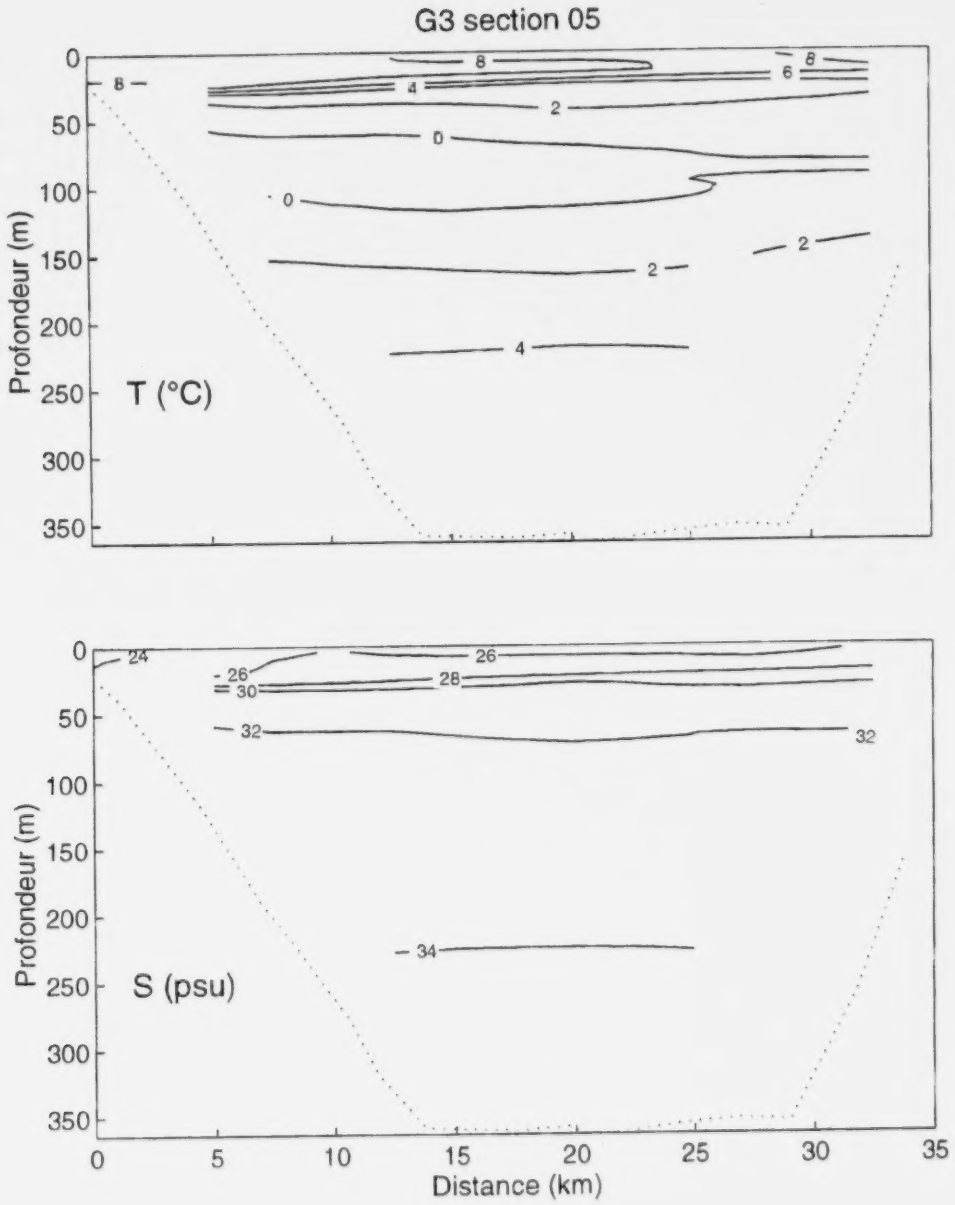

G3 section 00
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
0
2
24
26
28
30
32

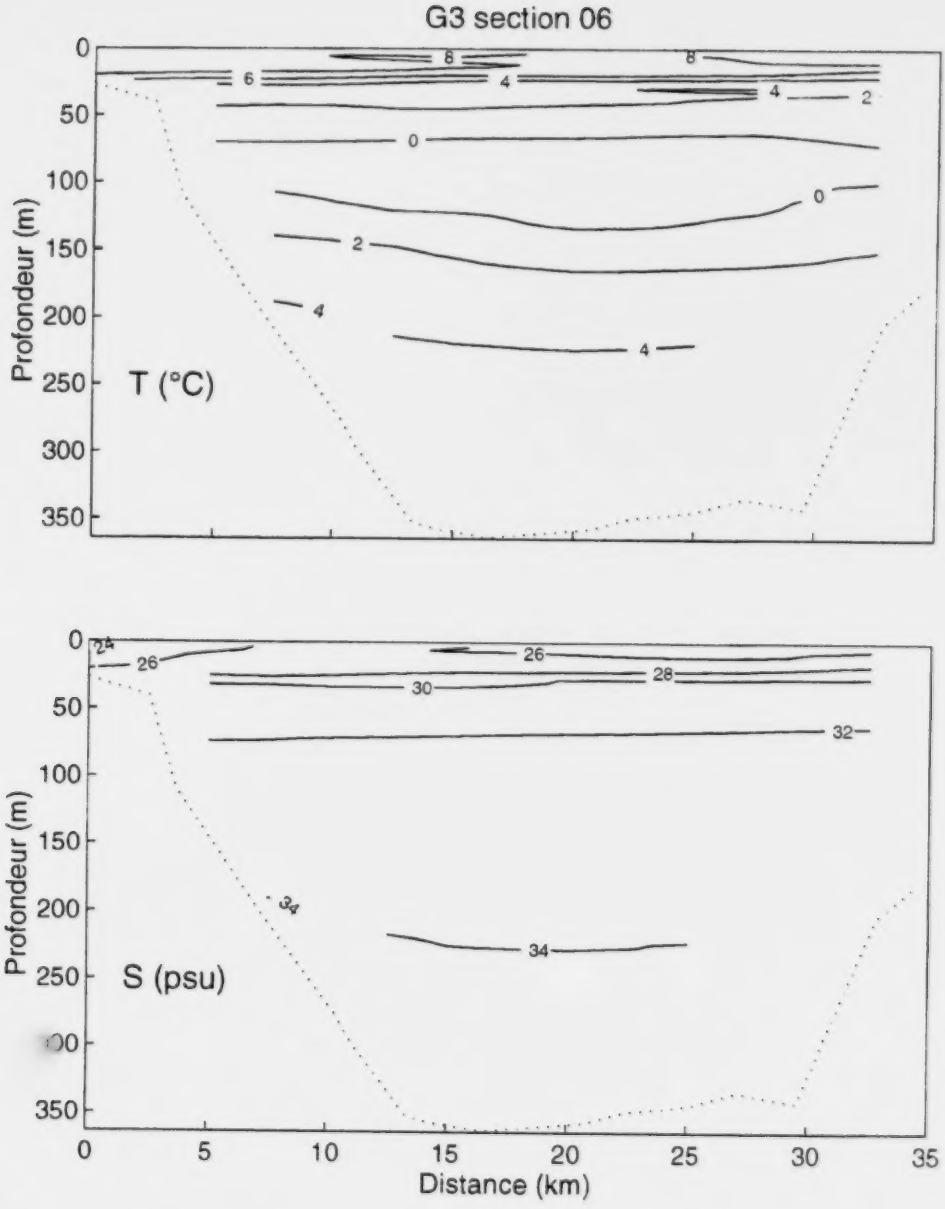

G3 section 01
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

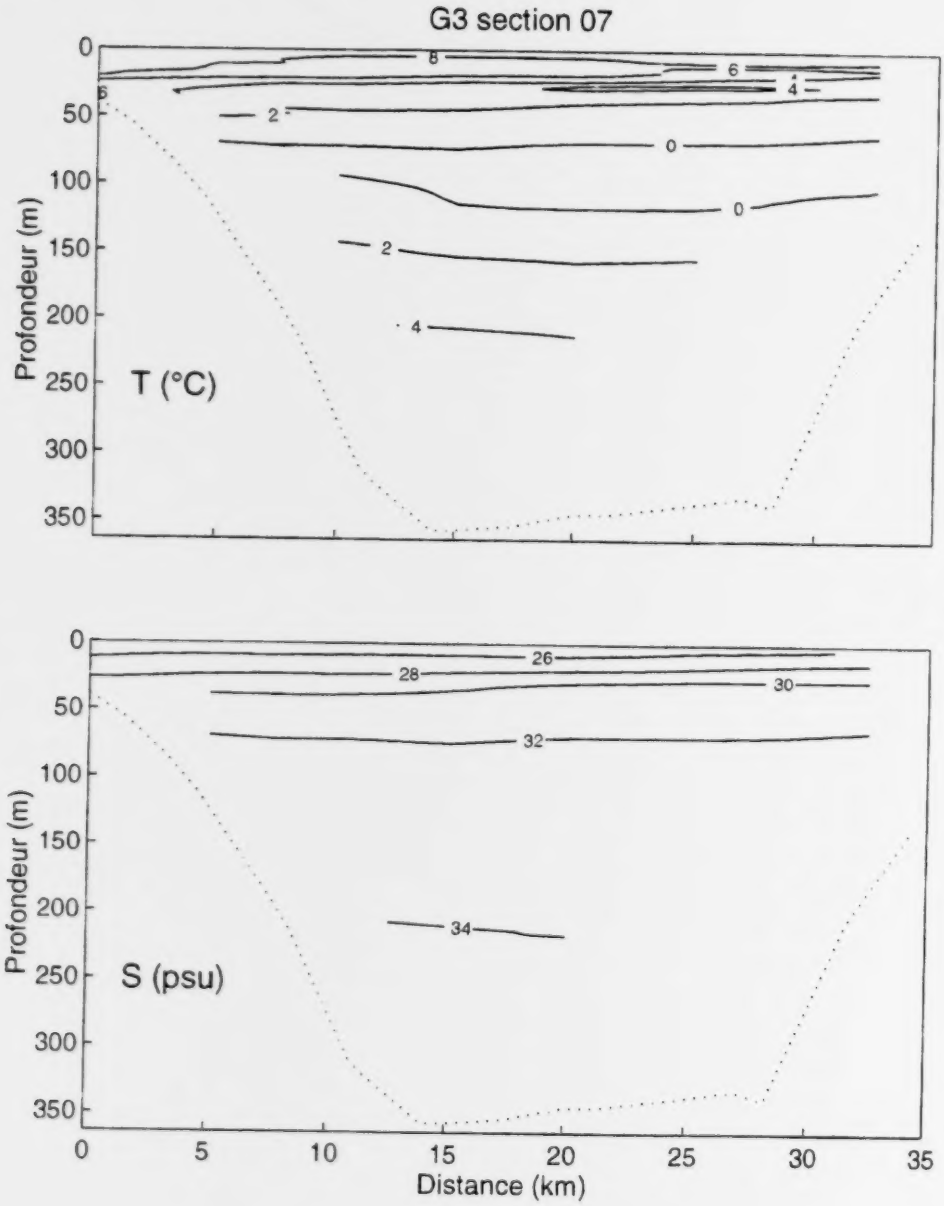

G3 section 02
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
0
0
2
4
24
26
28
30
32
34

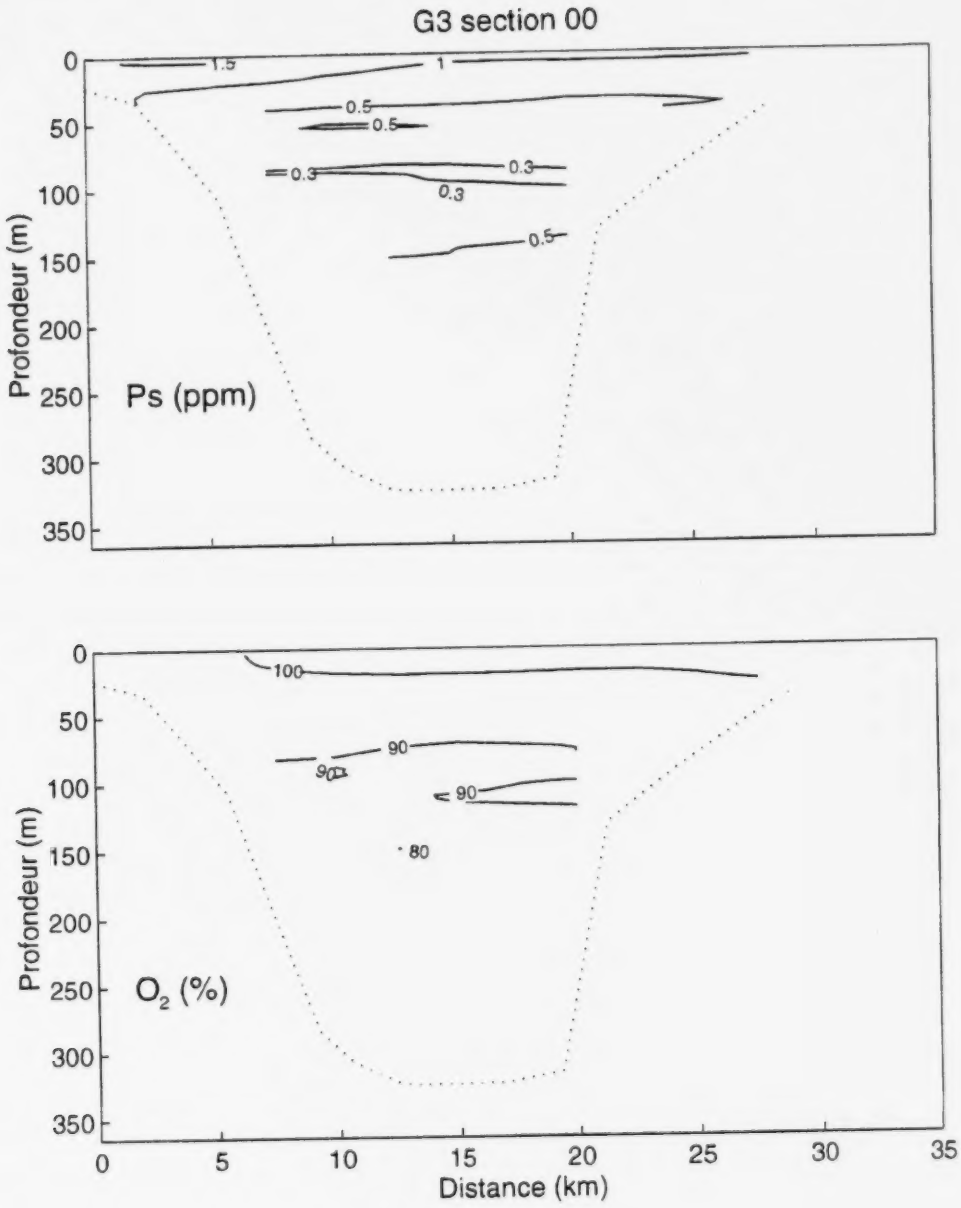

G3 section 03
Profondeur (m)
T (°C)
8
8
6
4
2
0
2
4
S (psu)
24
26
28
30
32
34
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

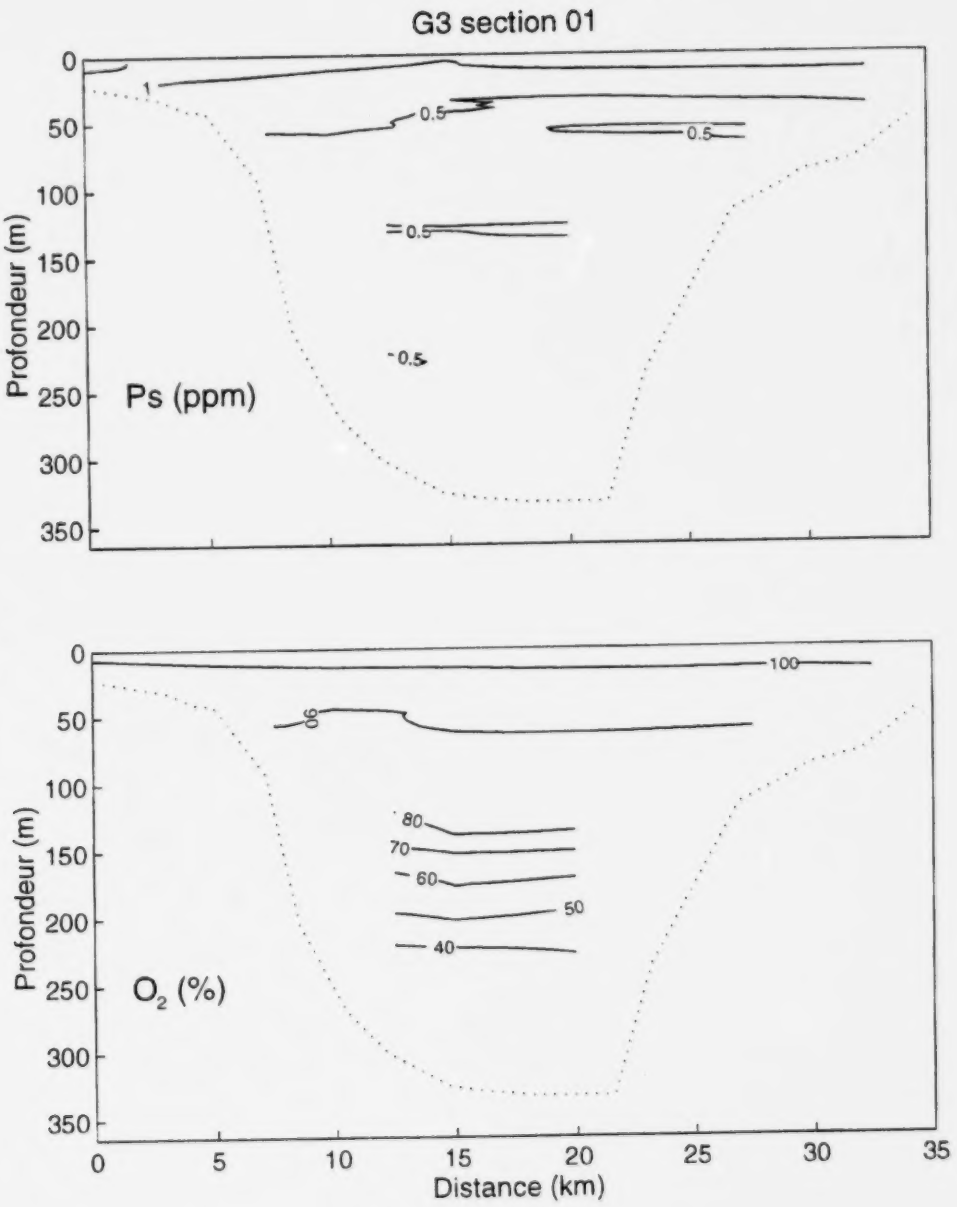

G3 section 04
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

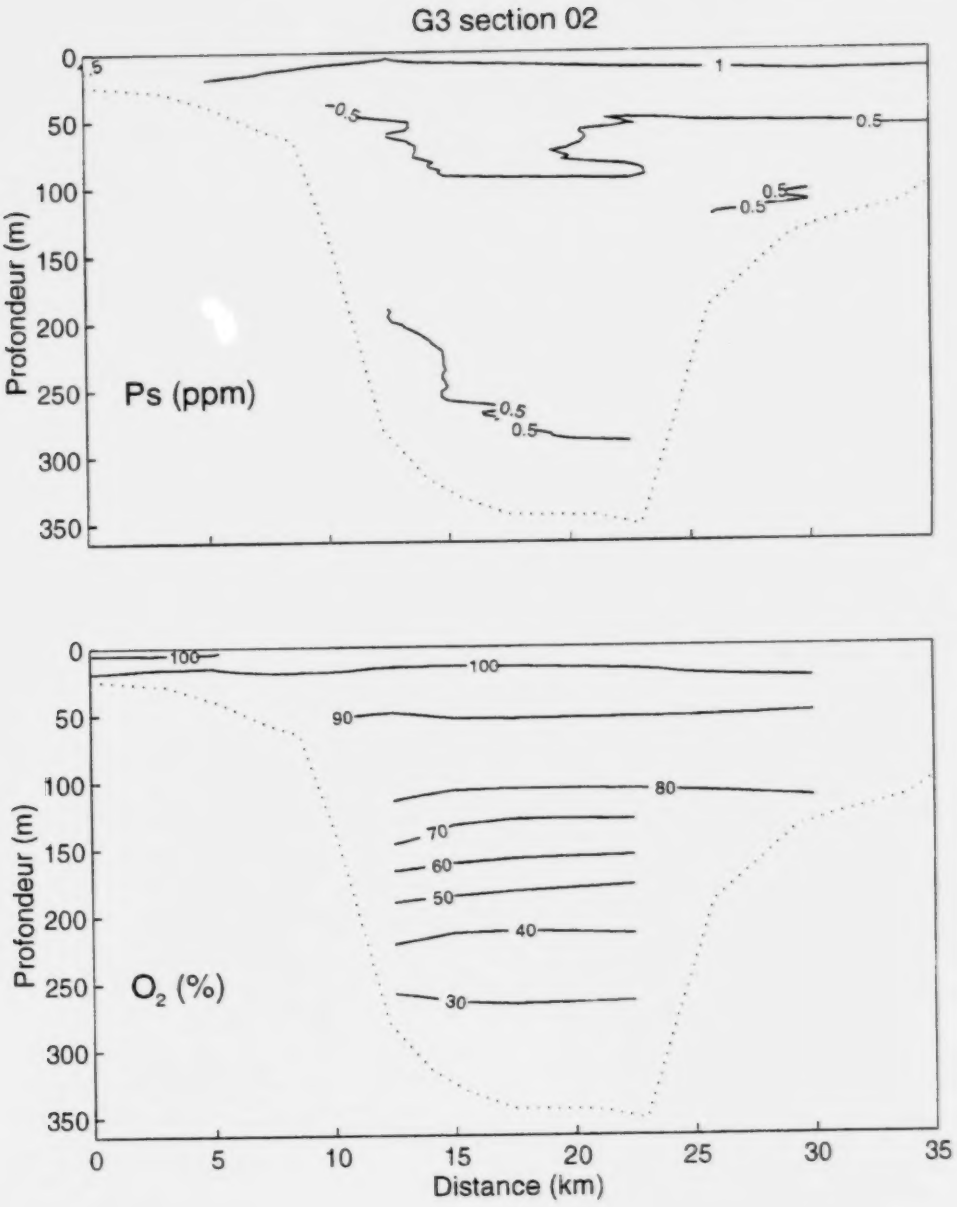

G3 section 05
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

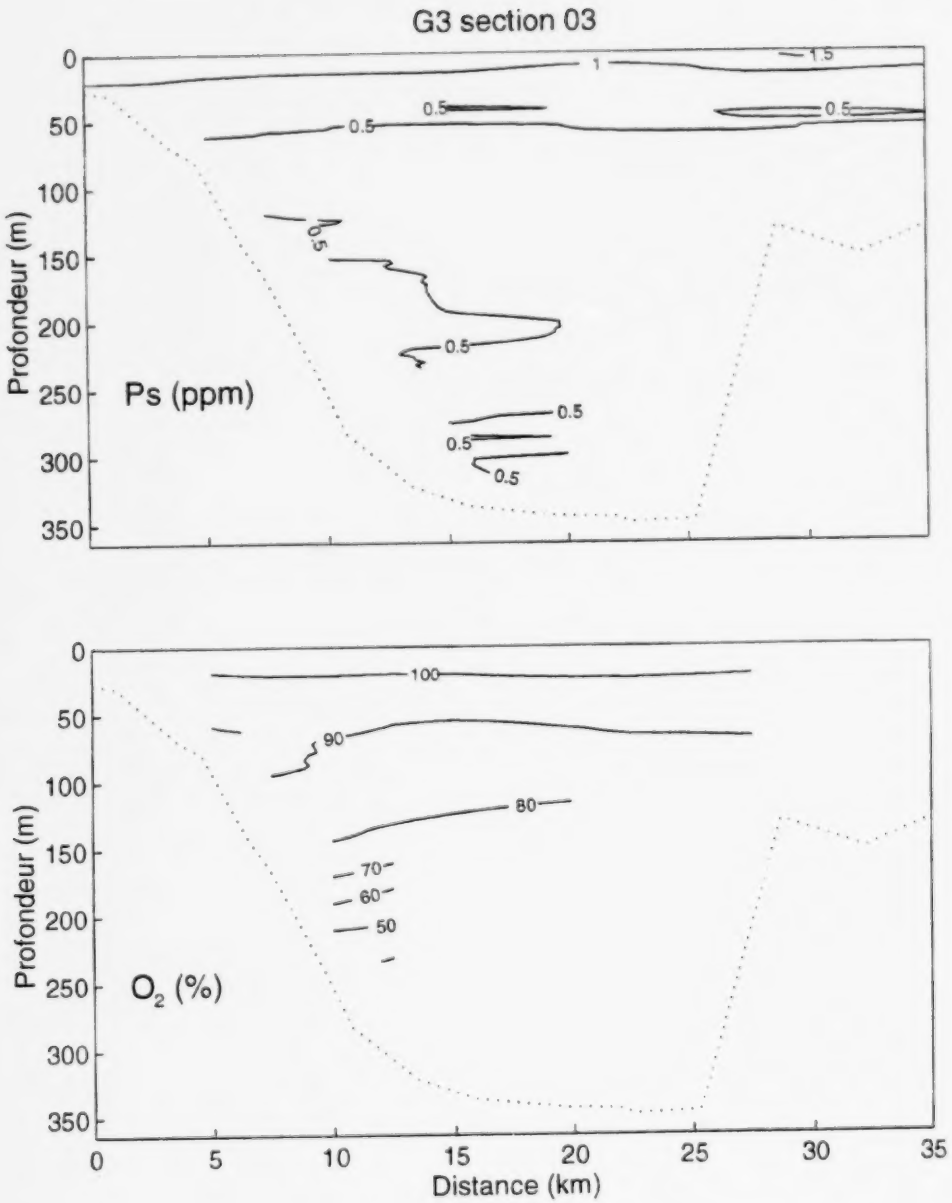

G3 section 06
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

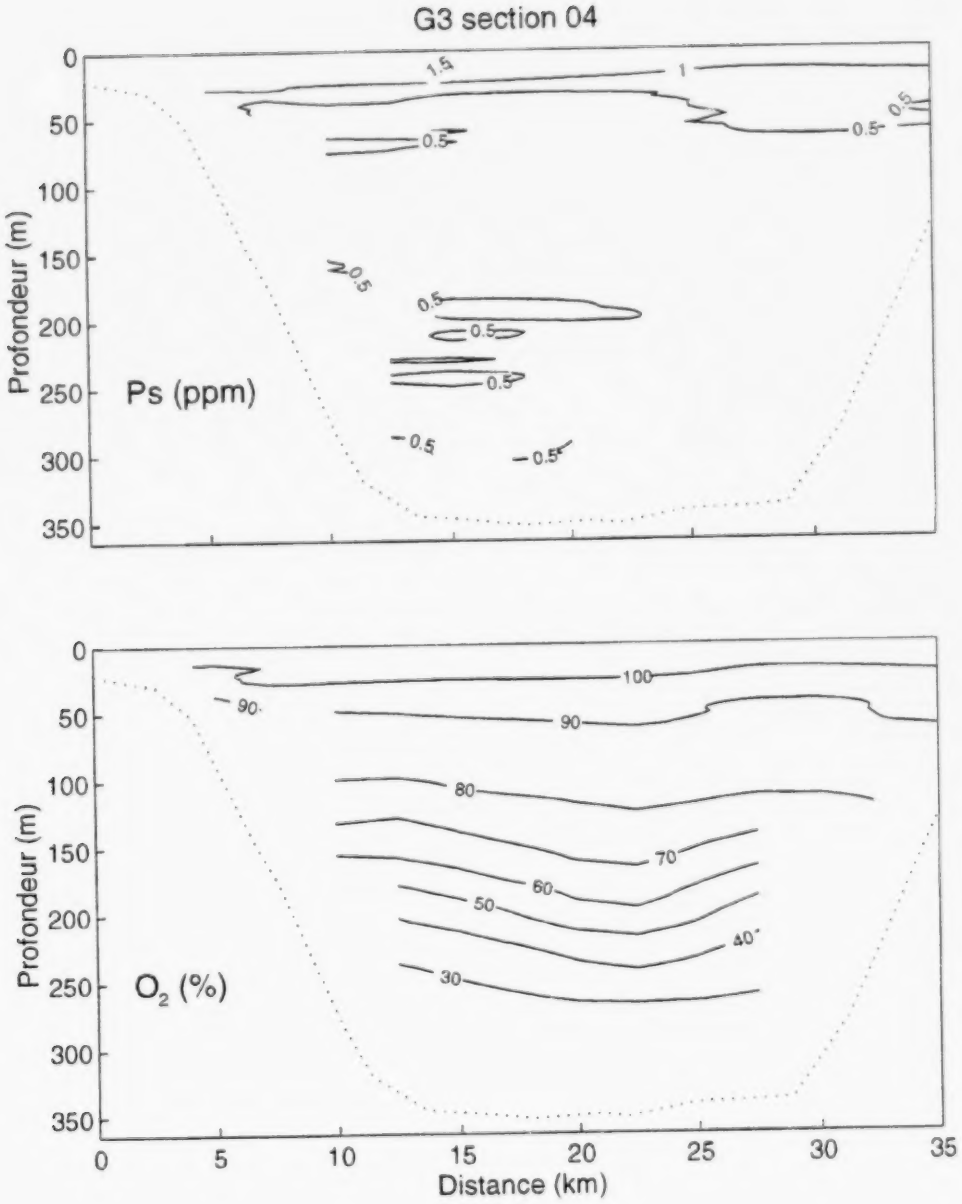

G3 section 07
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
26
28
30
32
34

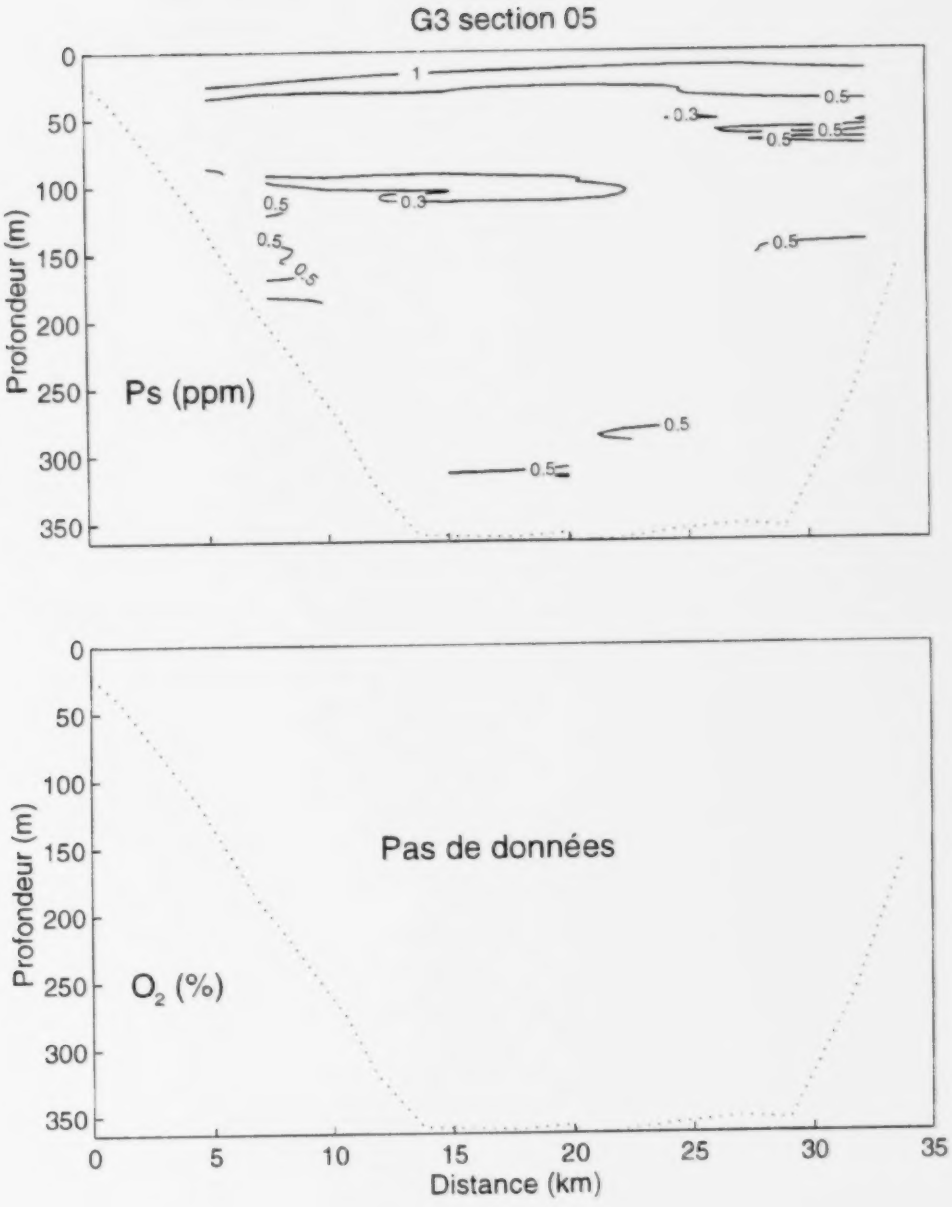

G3 section 00
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.3
0.3
0.3
0.5
$O_2$ (%)
100
90
90
90
80
Distance (km)

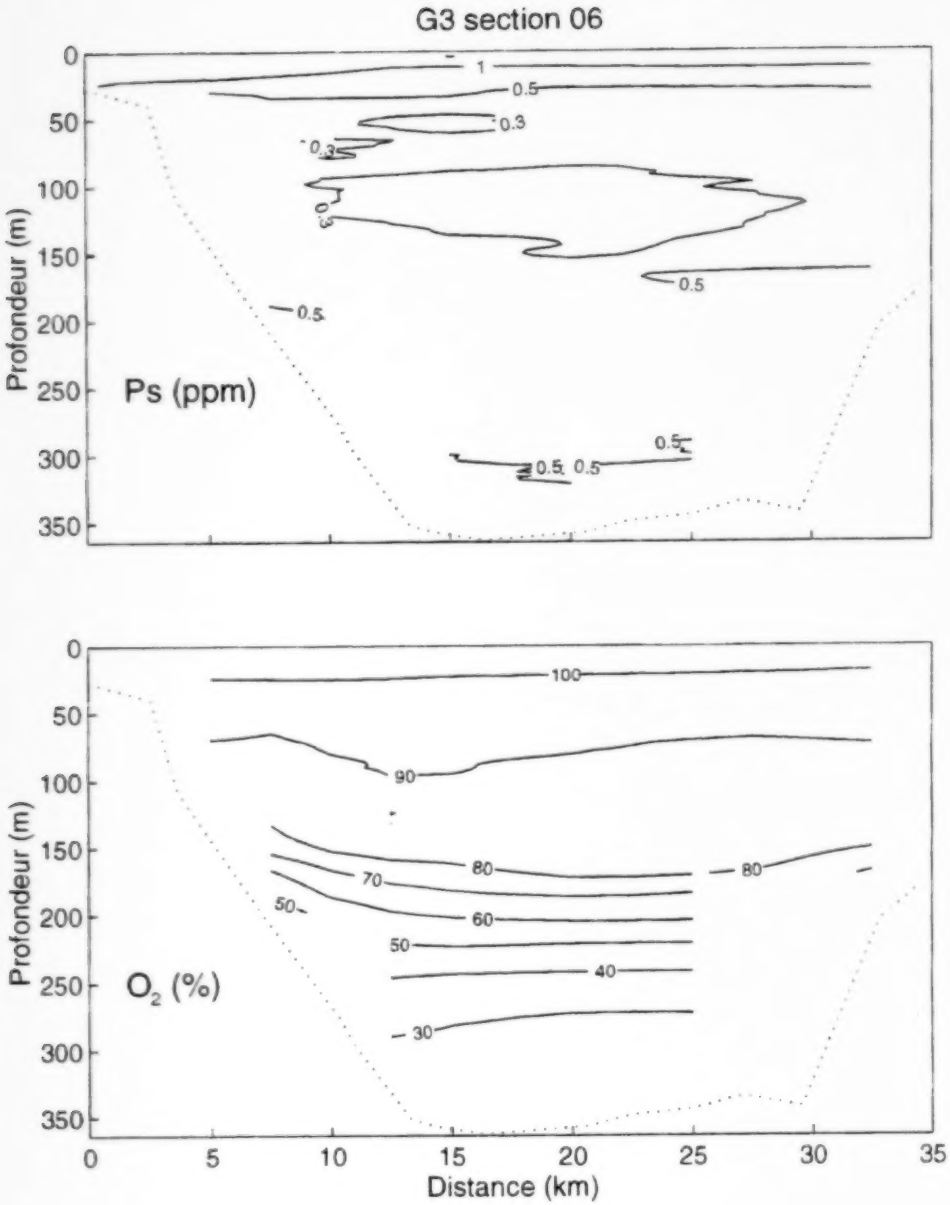

G3 section 01
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
80
80
70
60
50
40
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35

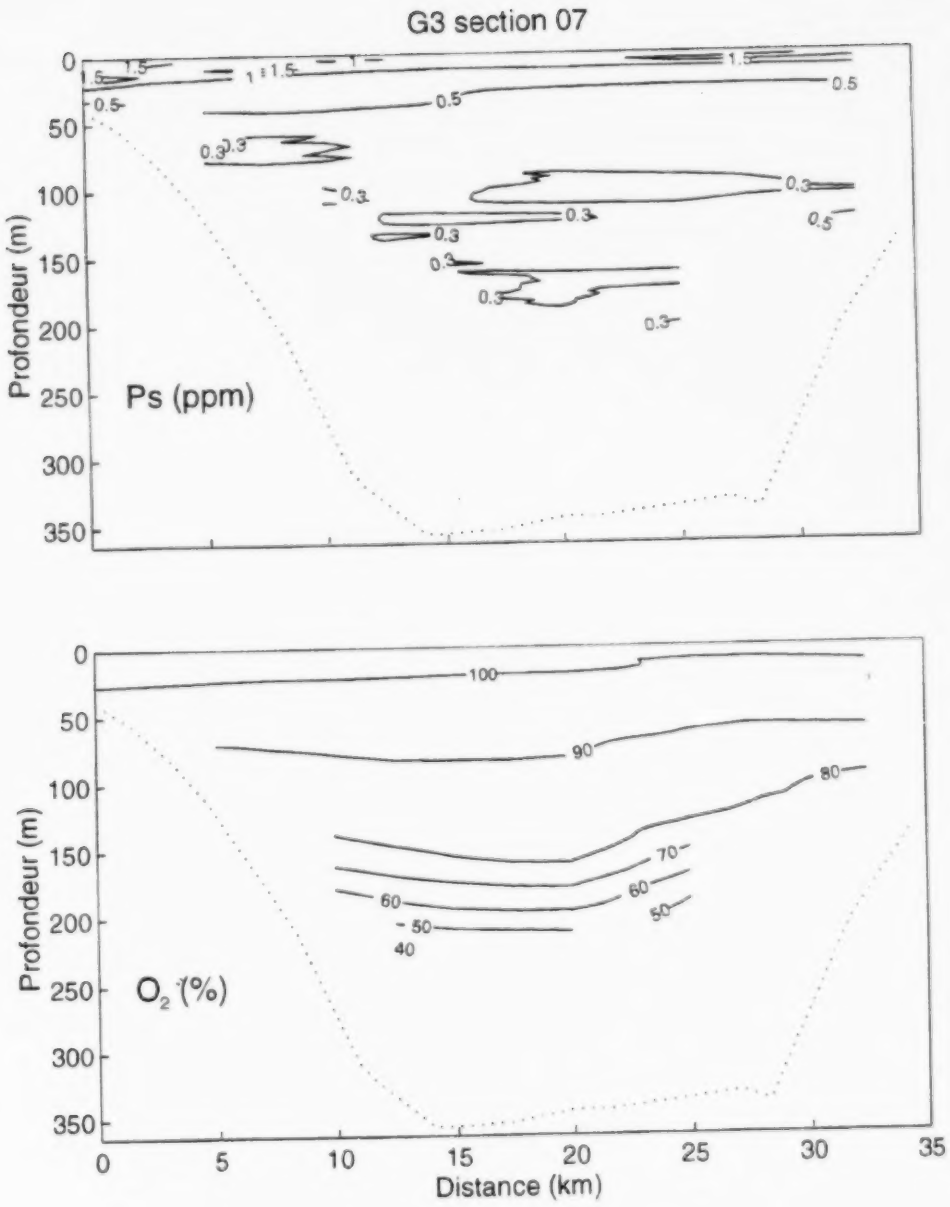

G3 section 02
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0
50
100
150
200
250
300
350
Profondeur (m)
O2 (%)
100
100
90
80
70
60
50
40
30
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

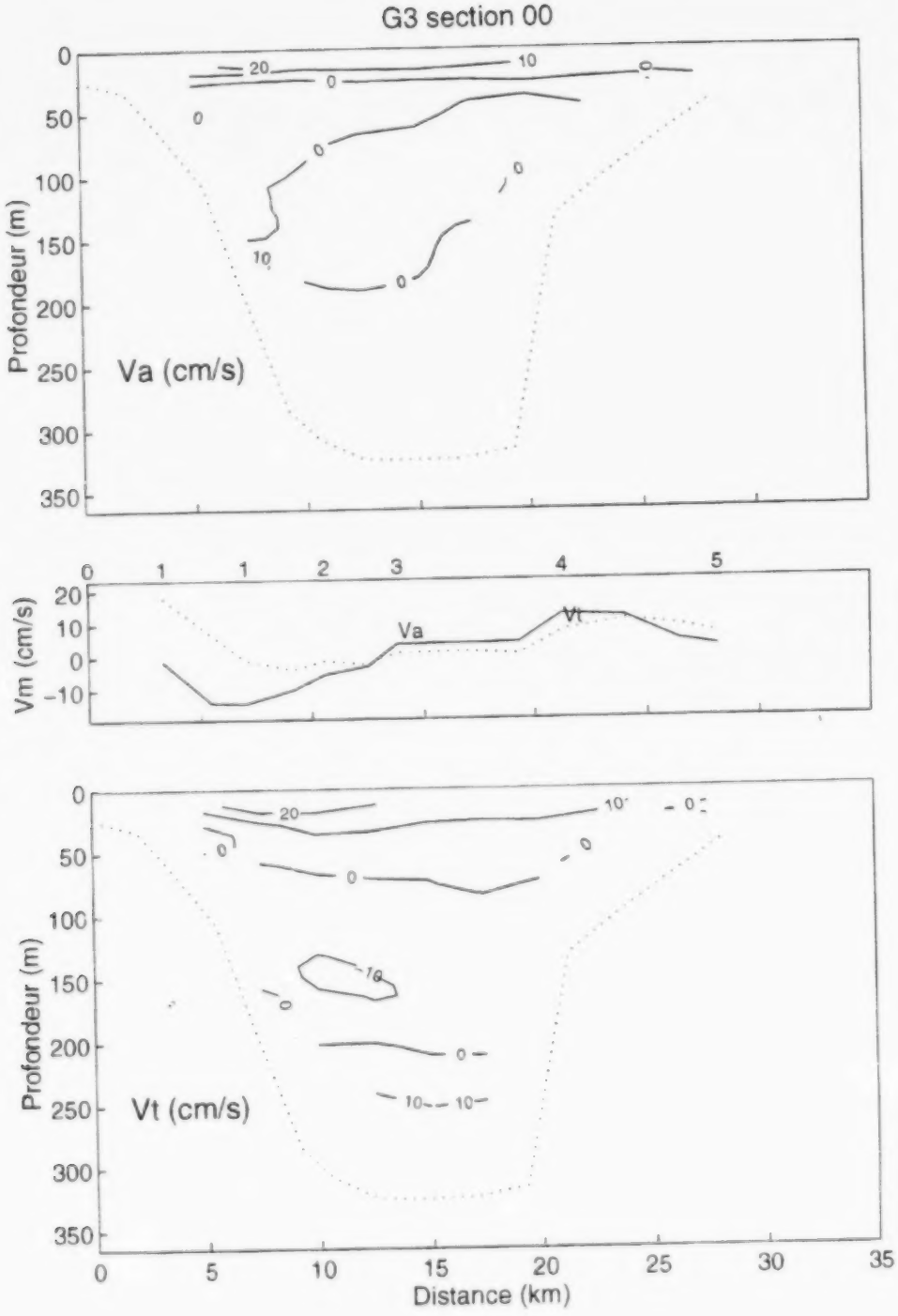

G3 section 03
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
90
80
70
60
50
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

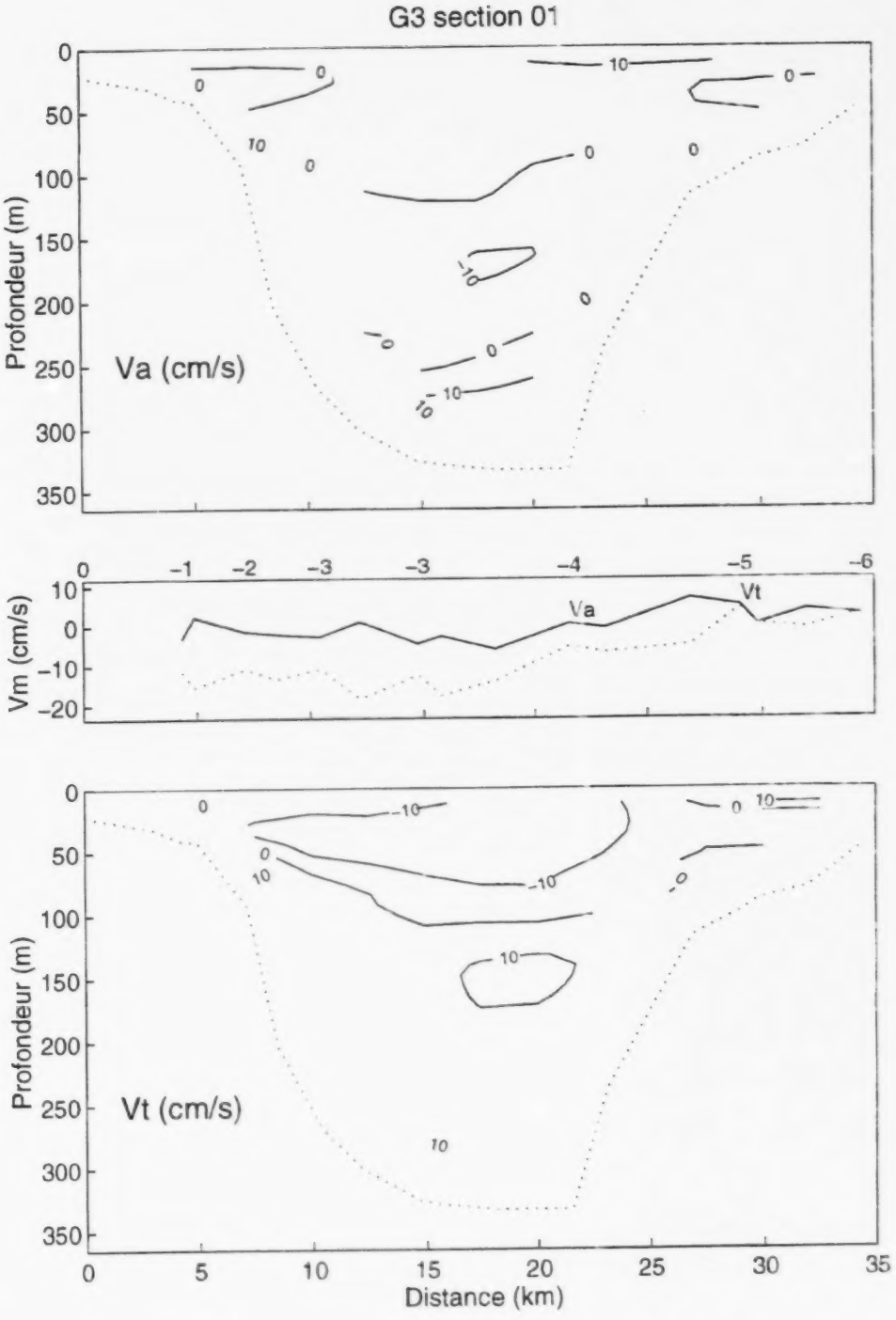

G3 section 04
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5

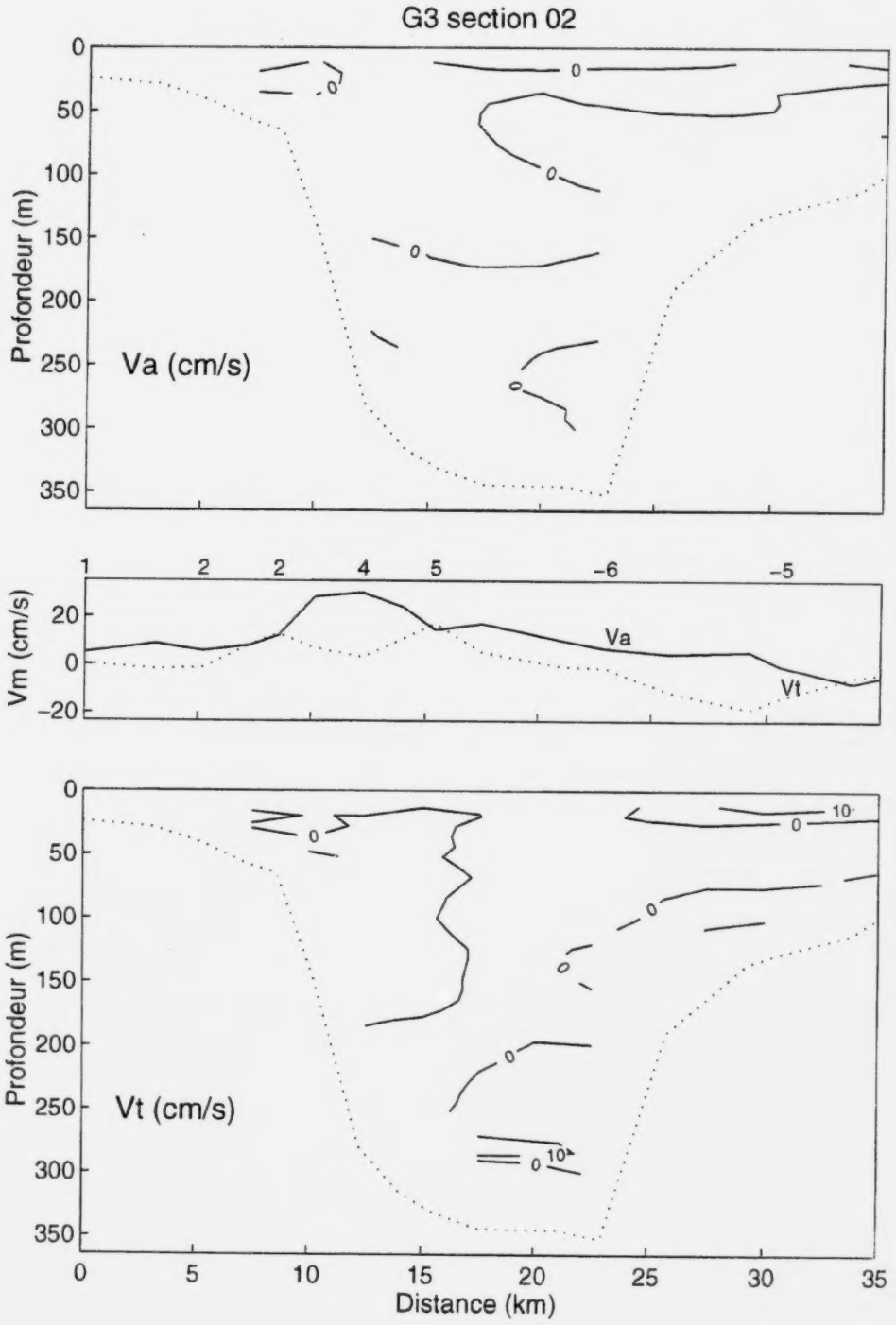

G3 section 05
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.3
0.5
0.5
0.3
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0
50
100
150
200
250
300
350
Pas de données
$O_2$ (%)
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

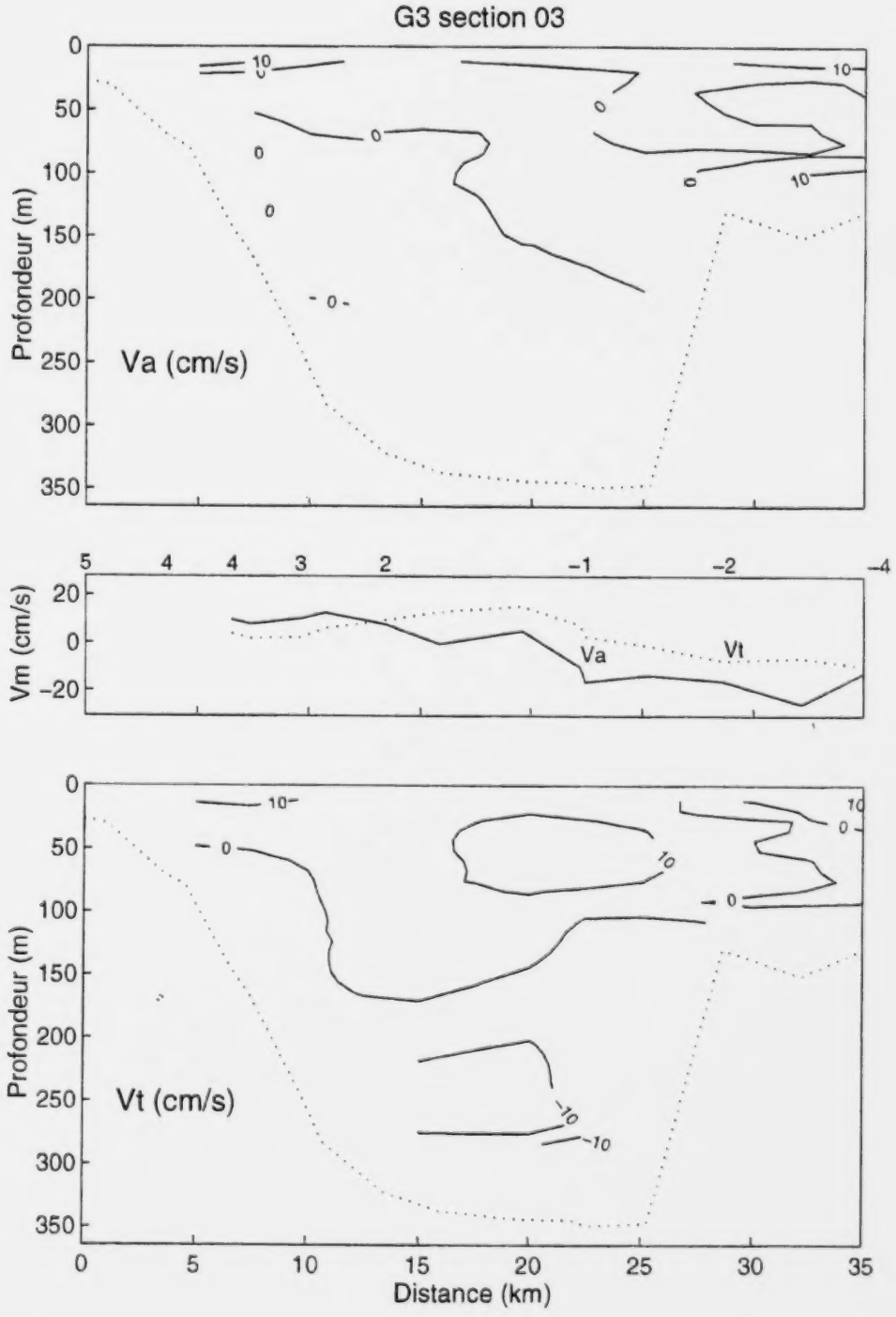

G3 section 06
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.3
0.3
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
90
80
80
70
60
50
50
40
30
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

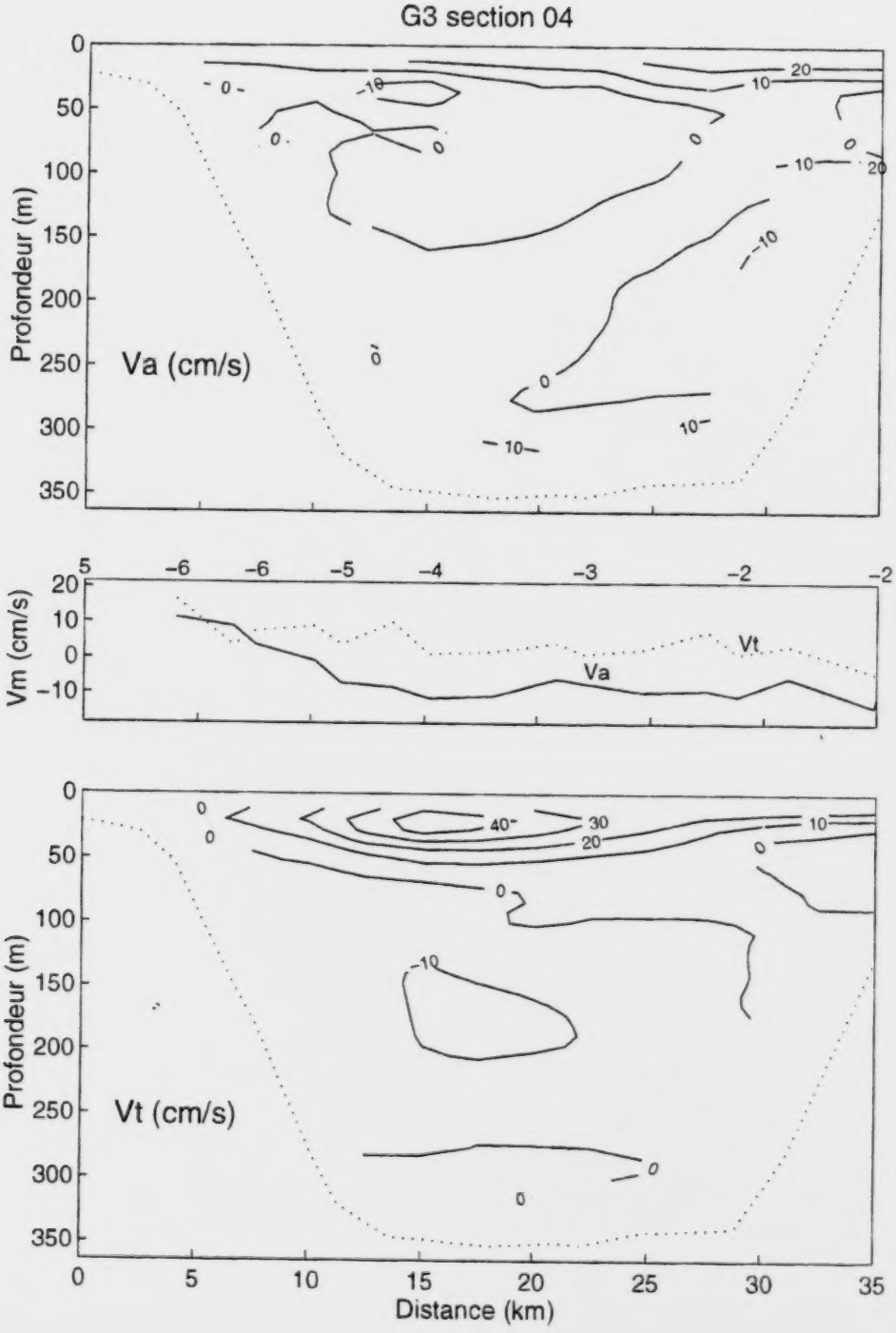

G3 section 07
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
0.5
0.3
$O_2$ (%)
100
90
80
70
60
50
40
Distance (km)

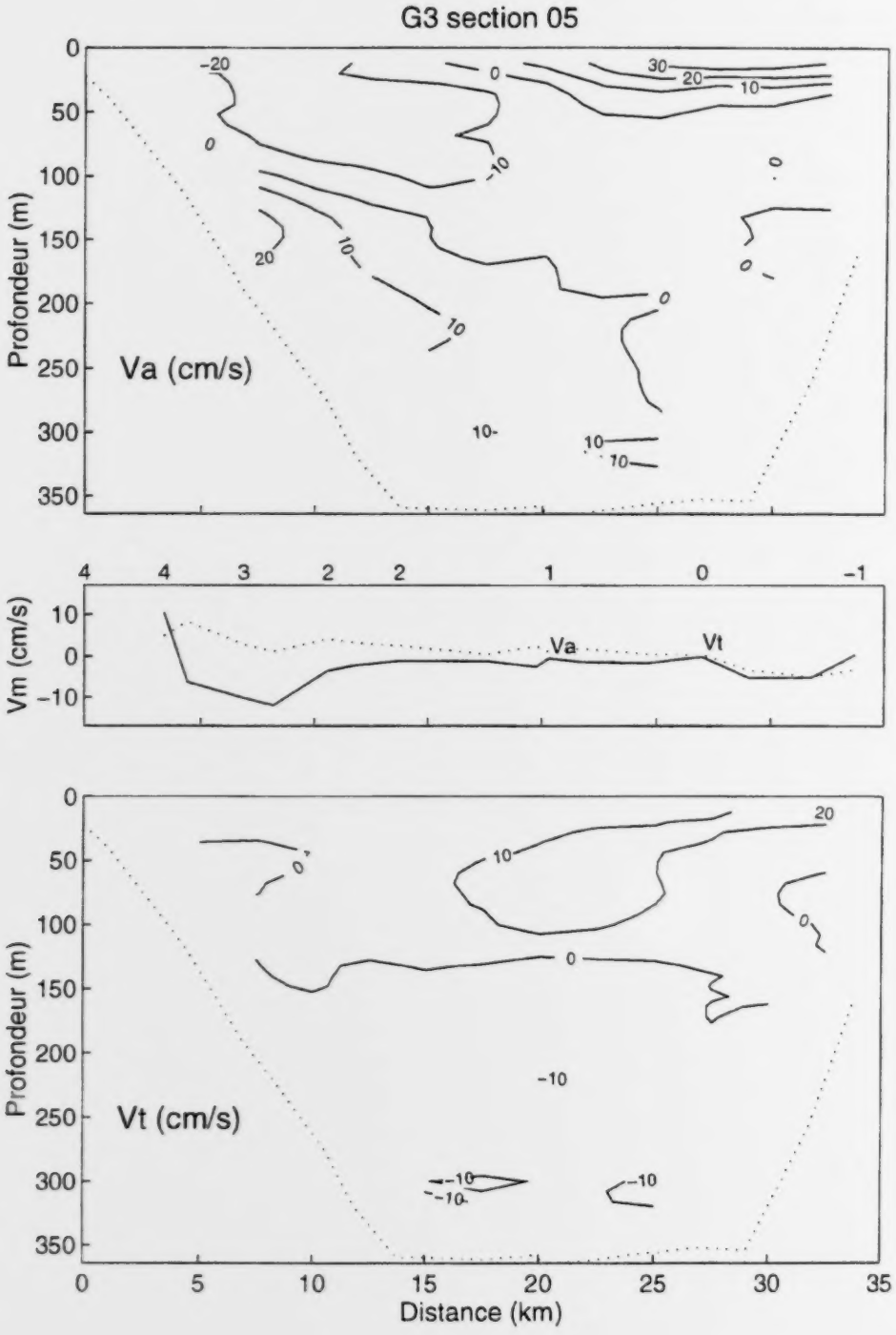

G3 section 00
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

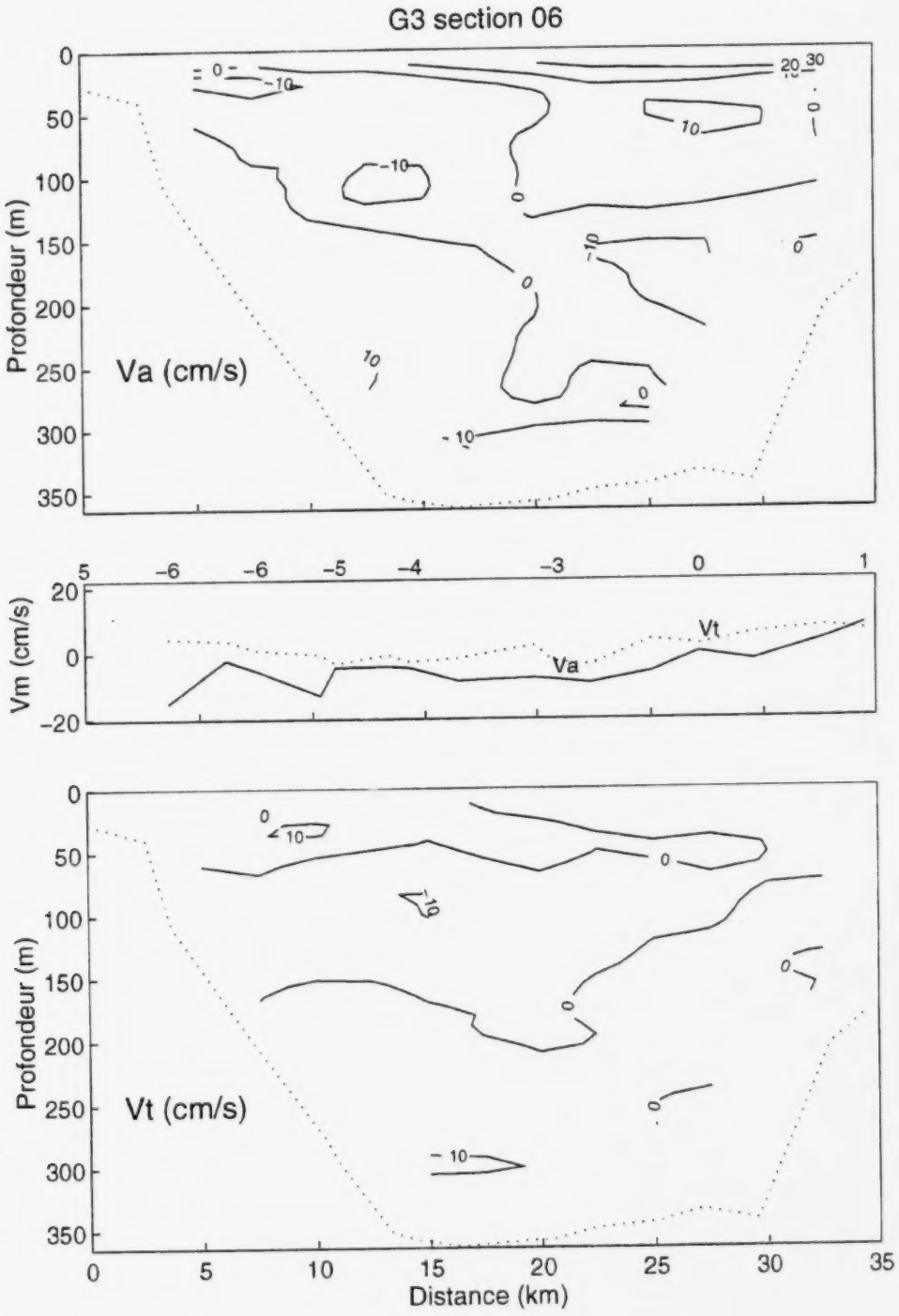

G3 section 01
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

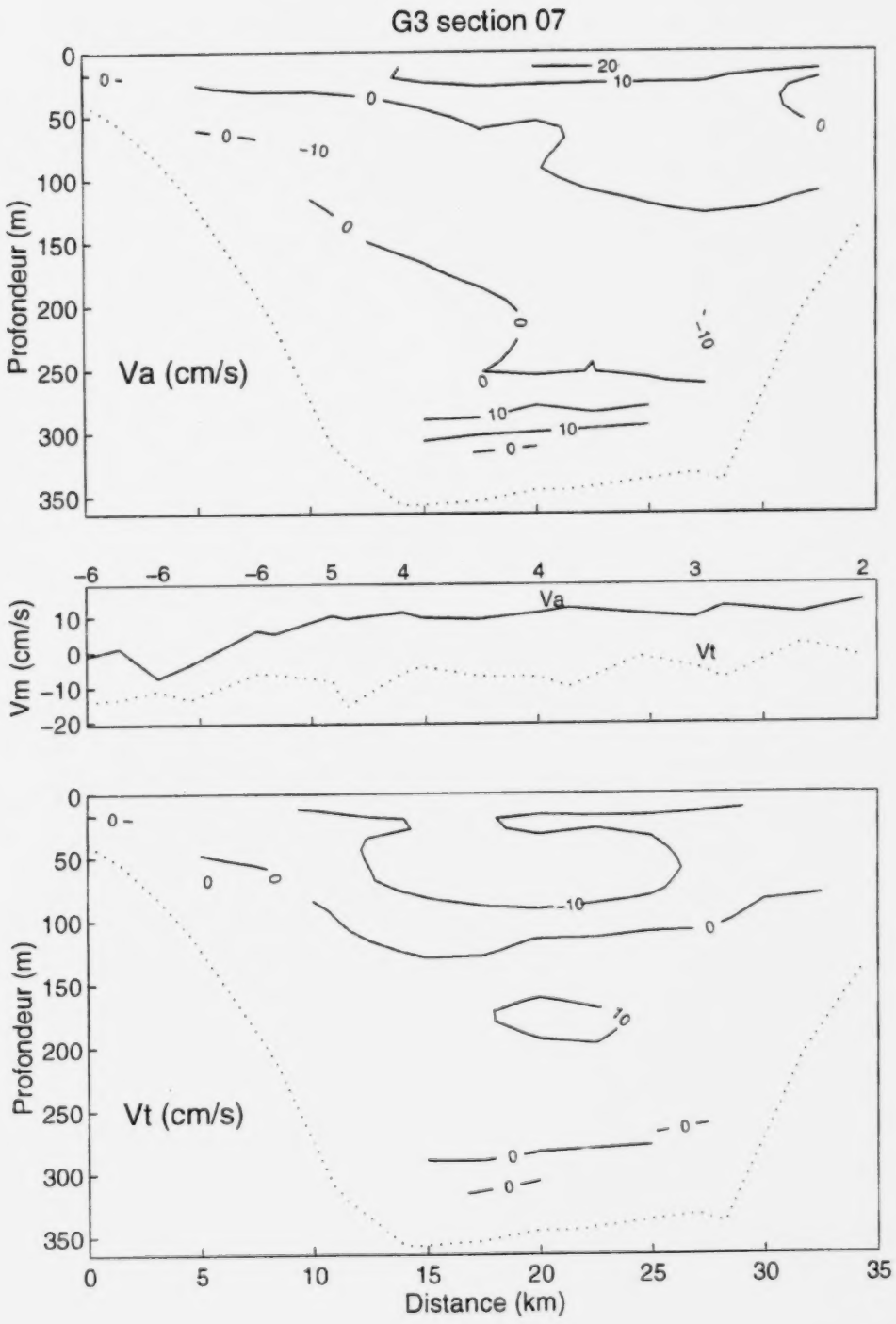

G3 section 02
Profondeur (m)
Va (cm/s)
0
50
100
150
200
250
300
350
Vm (cm/s)
1
2
2
4
5
-6
-5
20
0
-20
Va
Vt
Profondeur (m)
Vt (cm/s)
10
Distance (km)
0
5
10
15
20
25
30
35


G3 section 03
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)


G3 section 04
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Vt
Va
Vt (cm/s)
Distance (km)

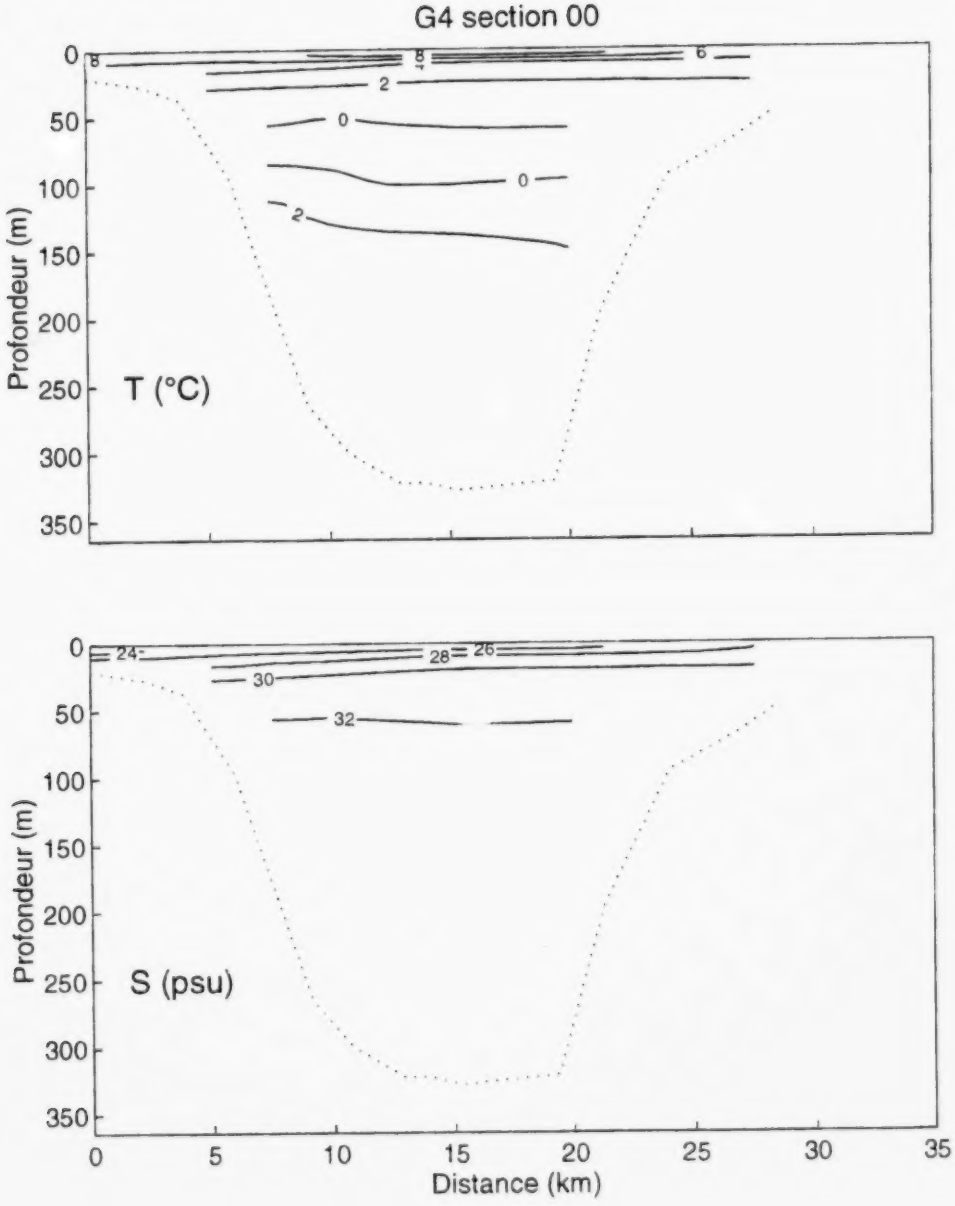

G3 section 05
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

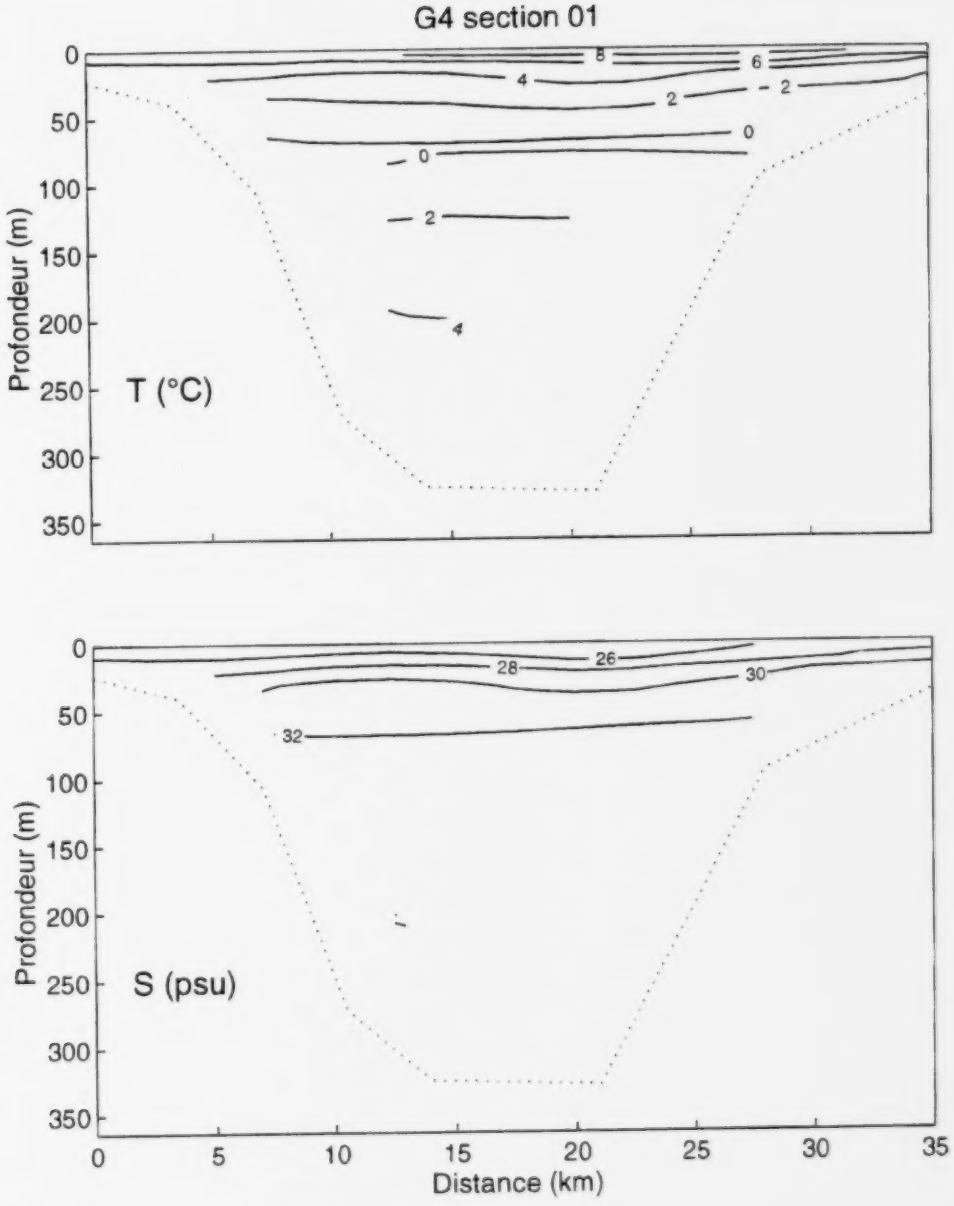

G3 section 06
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Vt
Va
Vt (cm/s)
Distance (km)

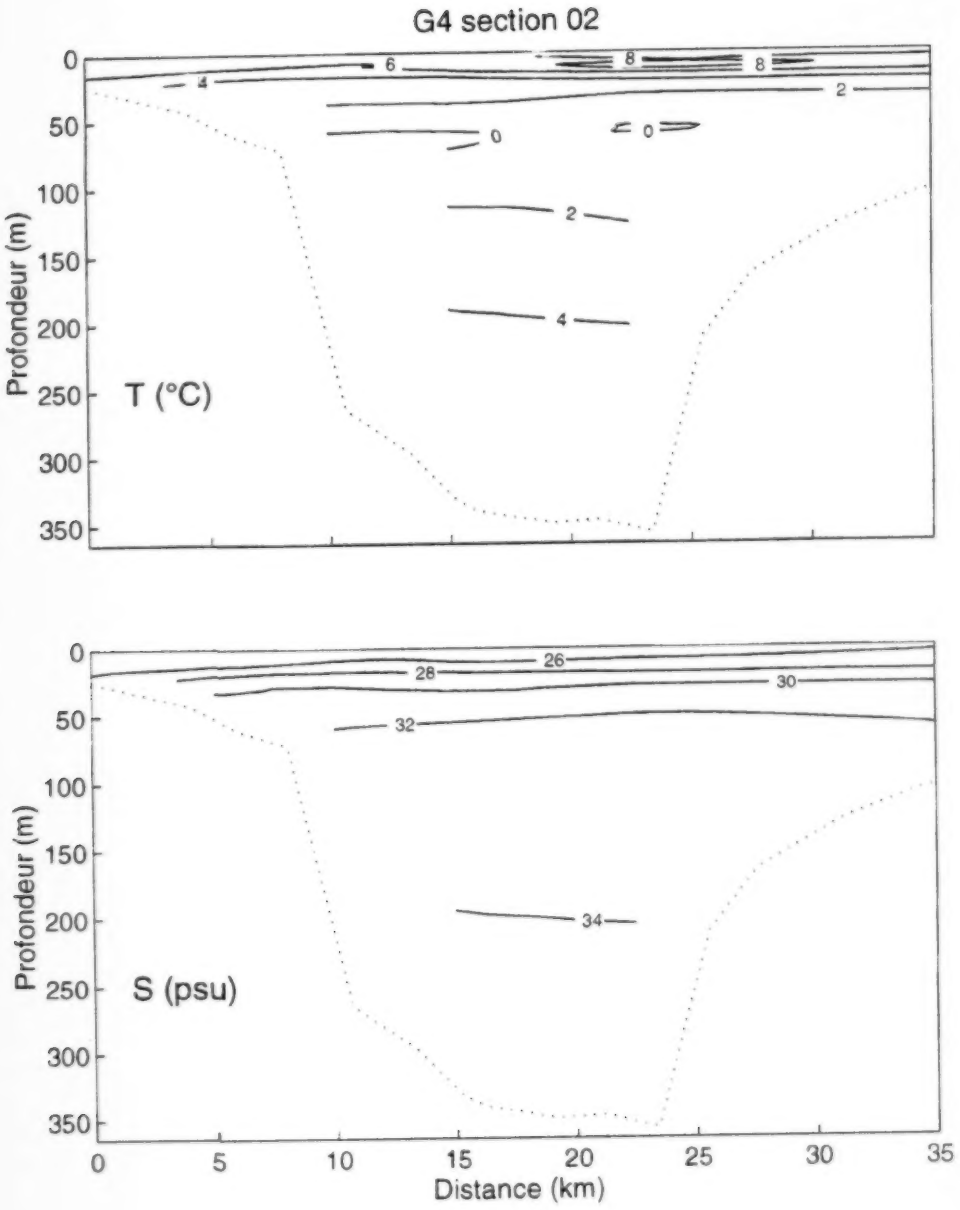

G3 section 07
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

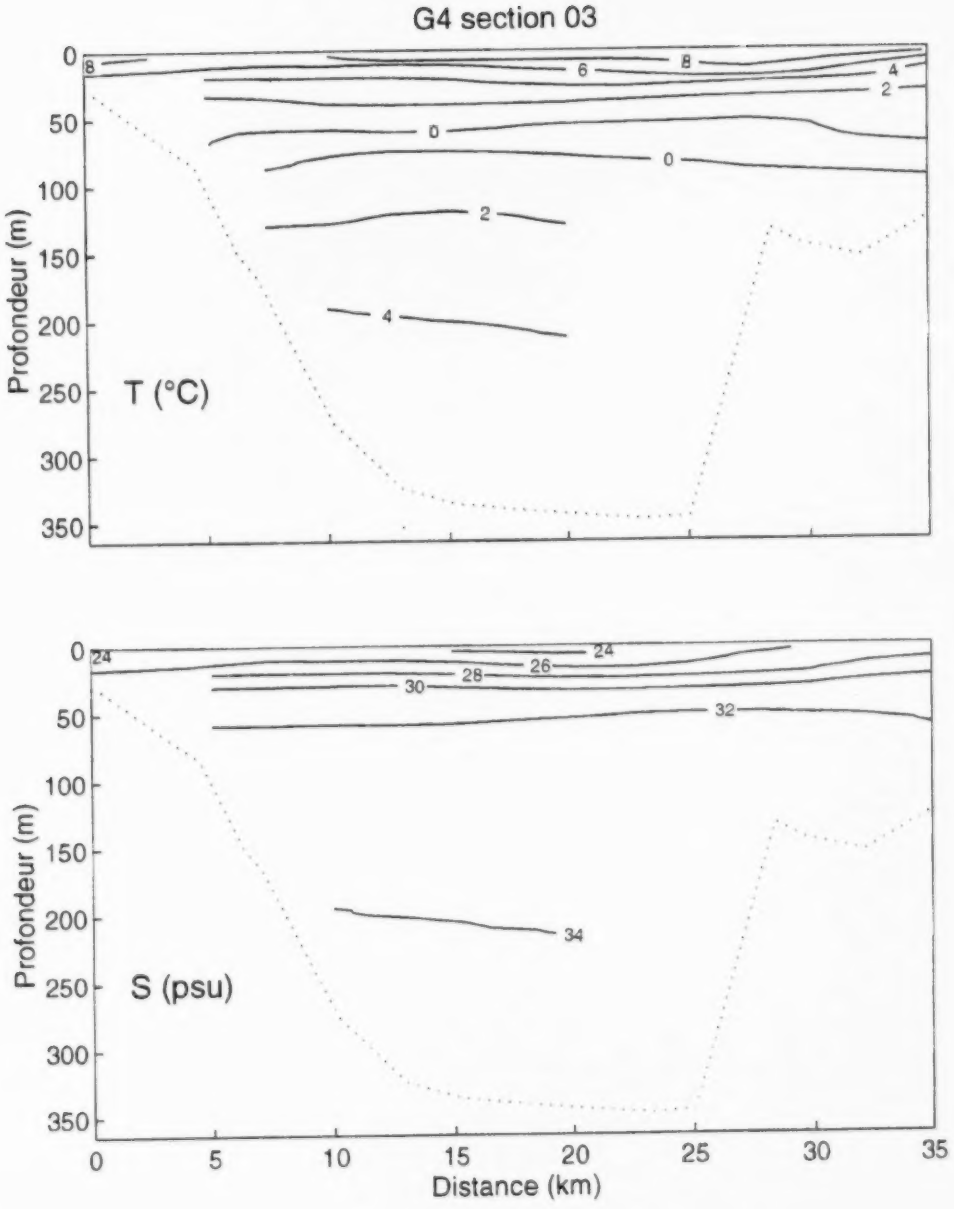
Annexe III.3. Sections de la campagne G4.

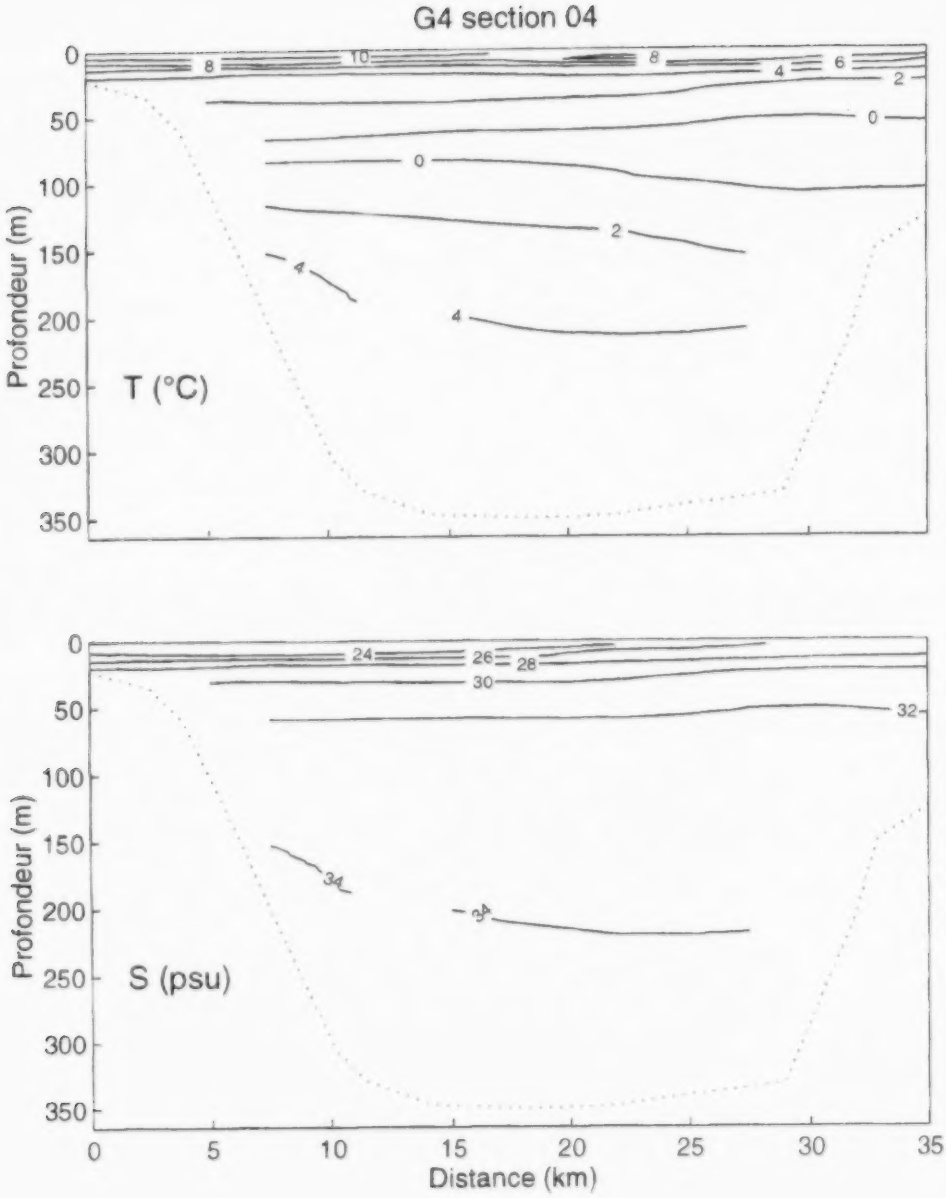
Se référer au début de l'annexe pour la description du contenu de chacune des sections.
Aucune donnée de courant n'est disponible pour la section 01

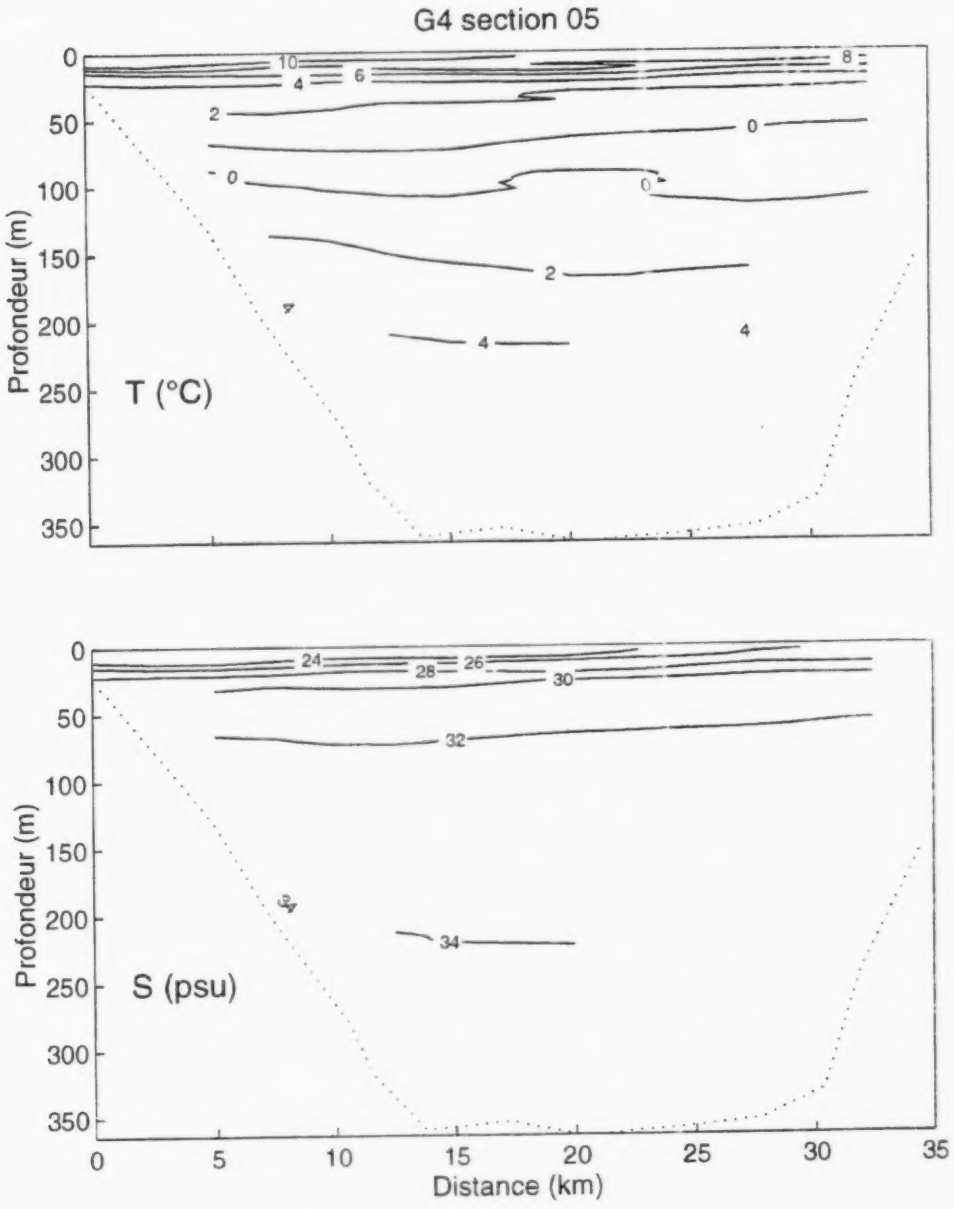

G4 section 00
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
28
26
30
32

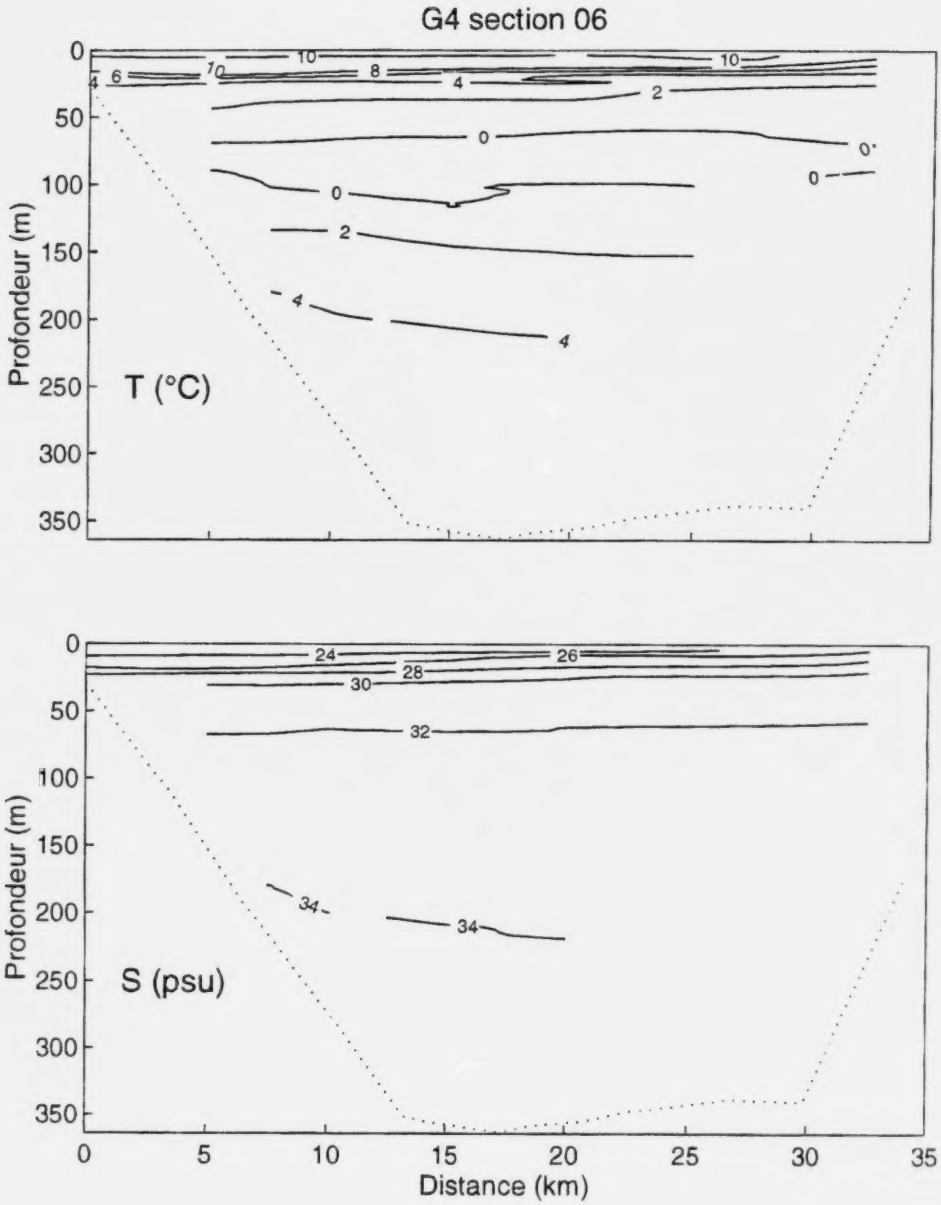

G4 section 01
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
2
0
0
2
4
26
28
30
32

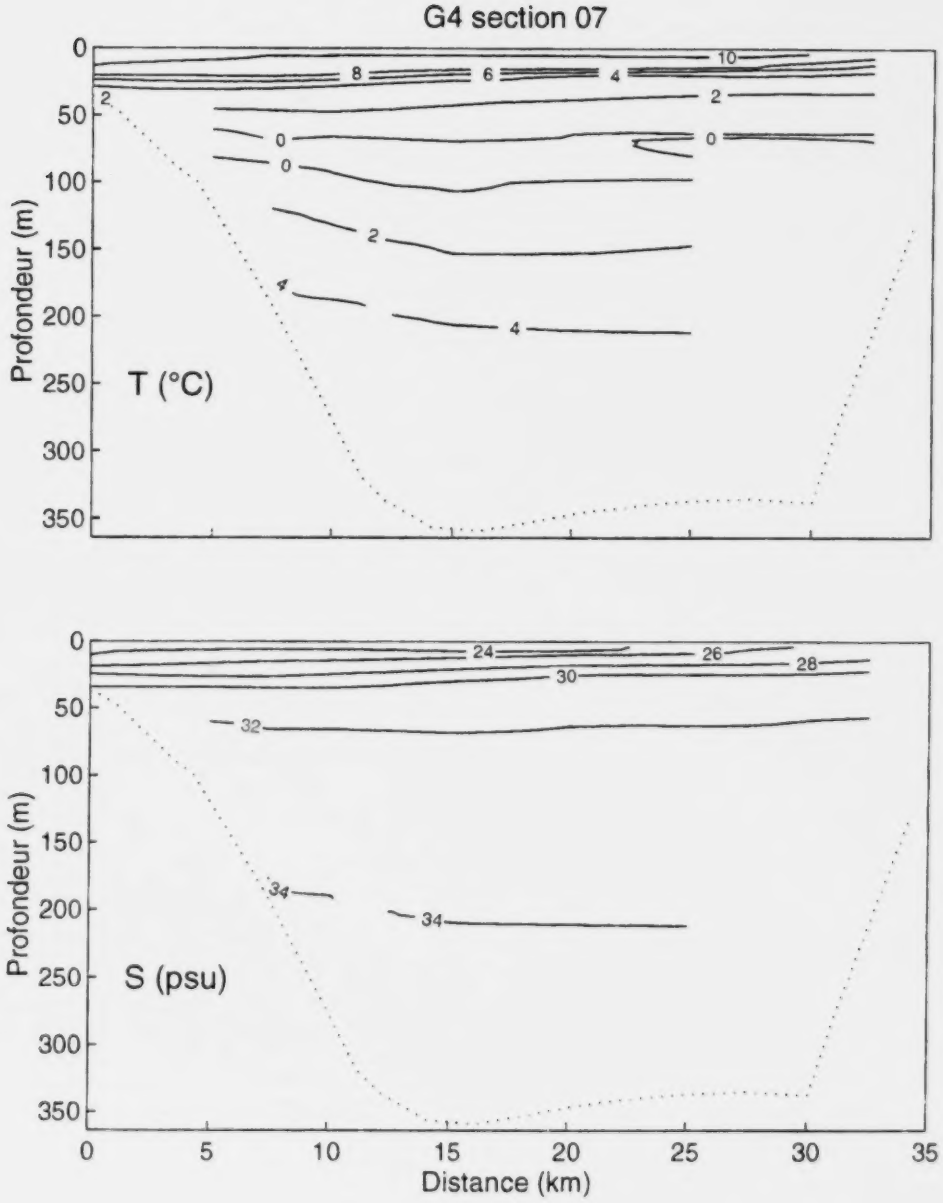

G4 section 02
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
2
4
6
8
26
28
30
32
34

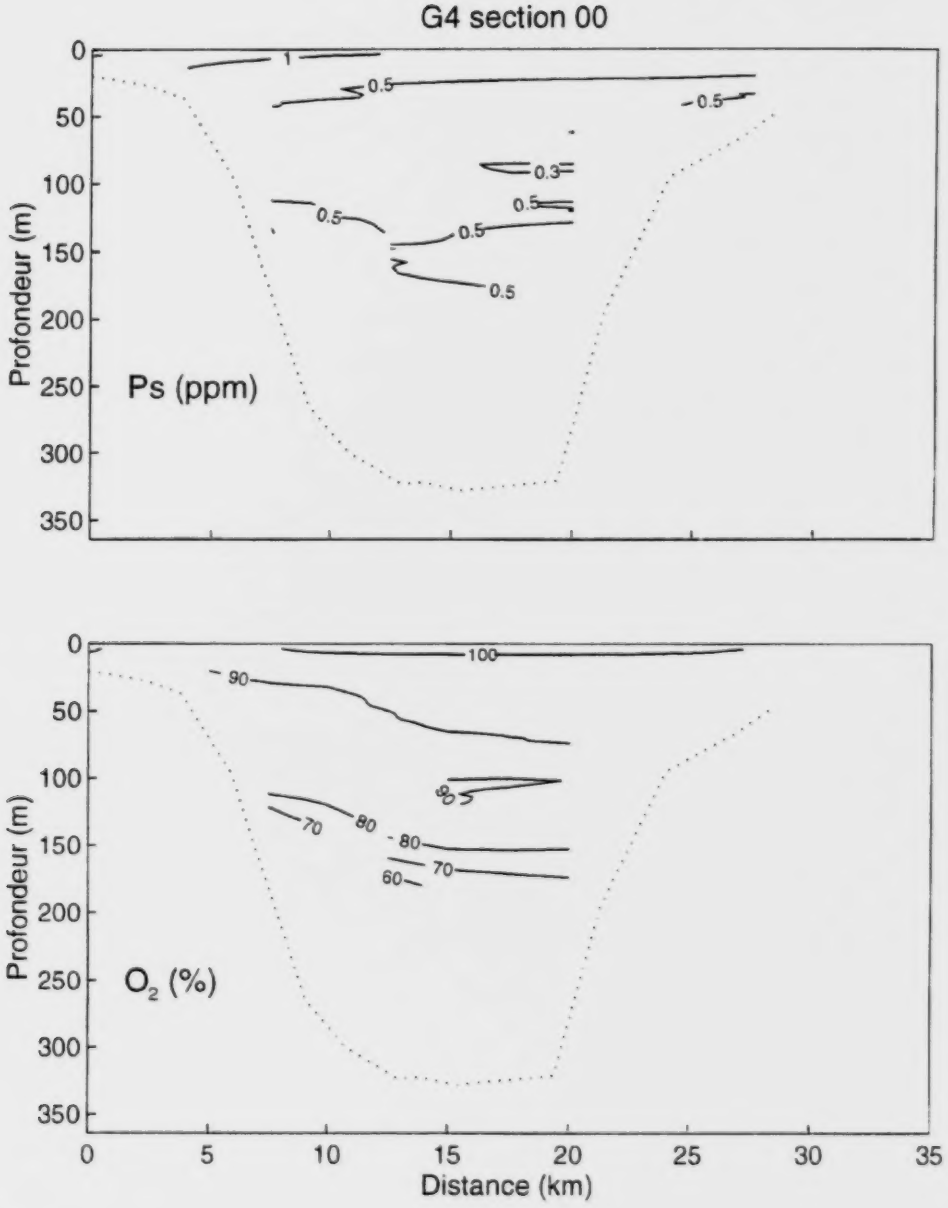

G4 section 03
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

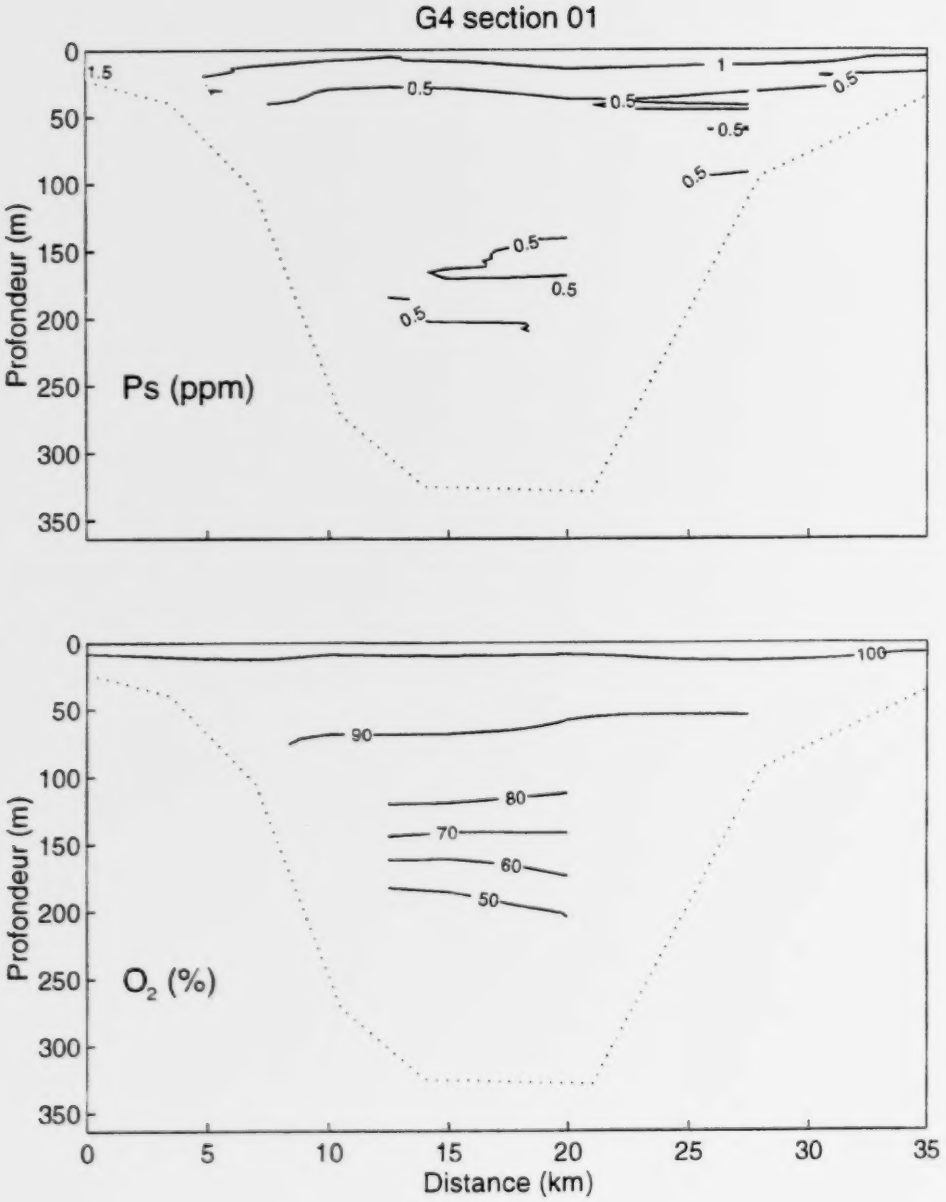

G4 section 04
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
8
10
8
4
6
2
0
0
2
4
4
24
26
28
30
32
34

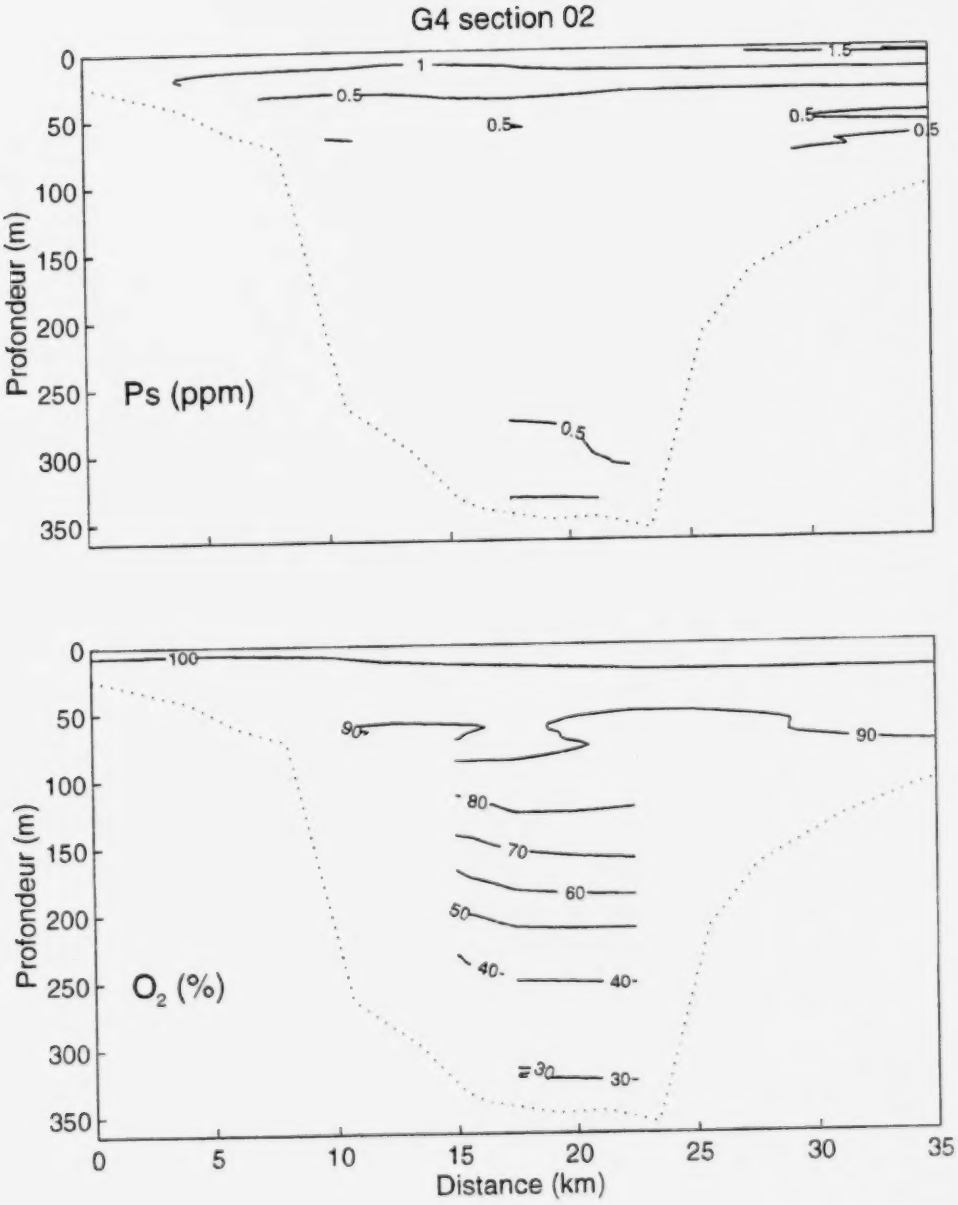

G4 section 05
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
10
8
6
4
2
0
-0
0
2
4
4
24
28
26
30
32
34

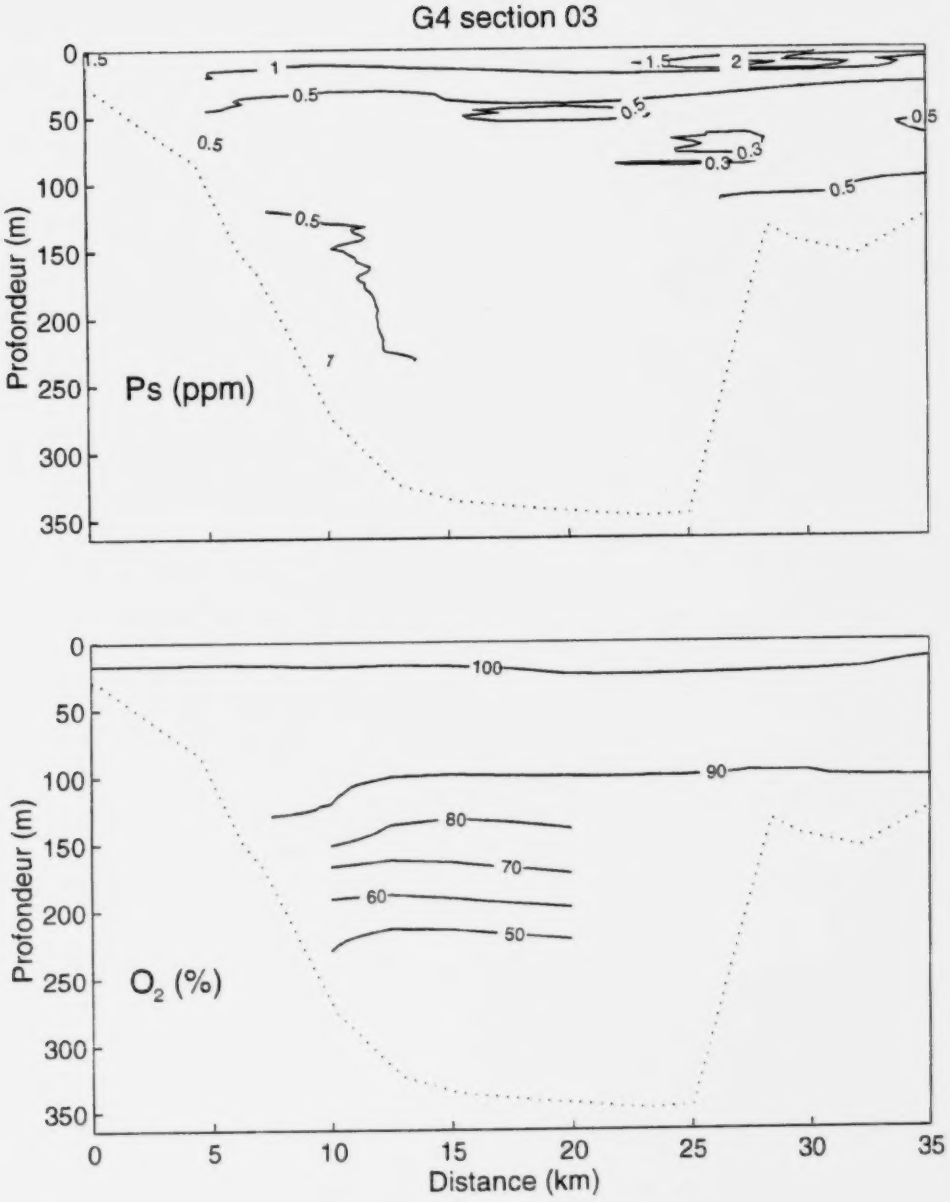

G4 section 06
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
5
10
15
20
25
30
35
10
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

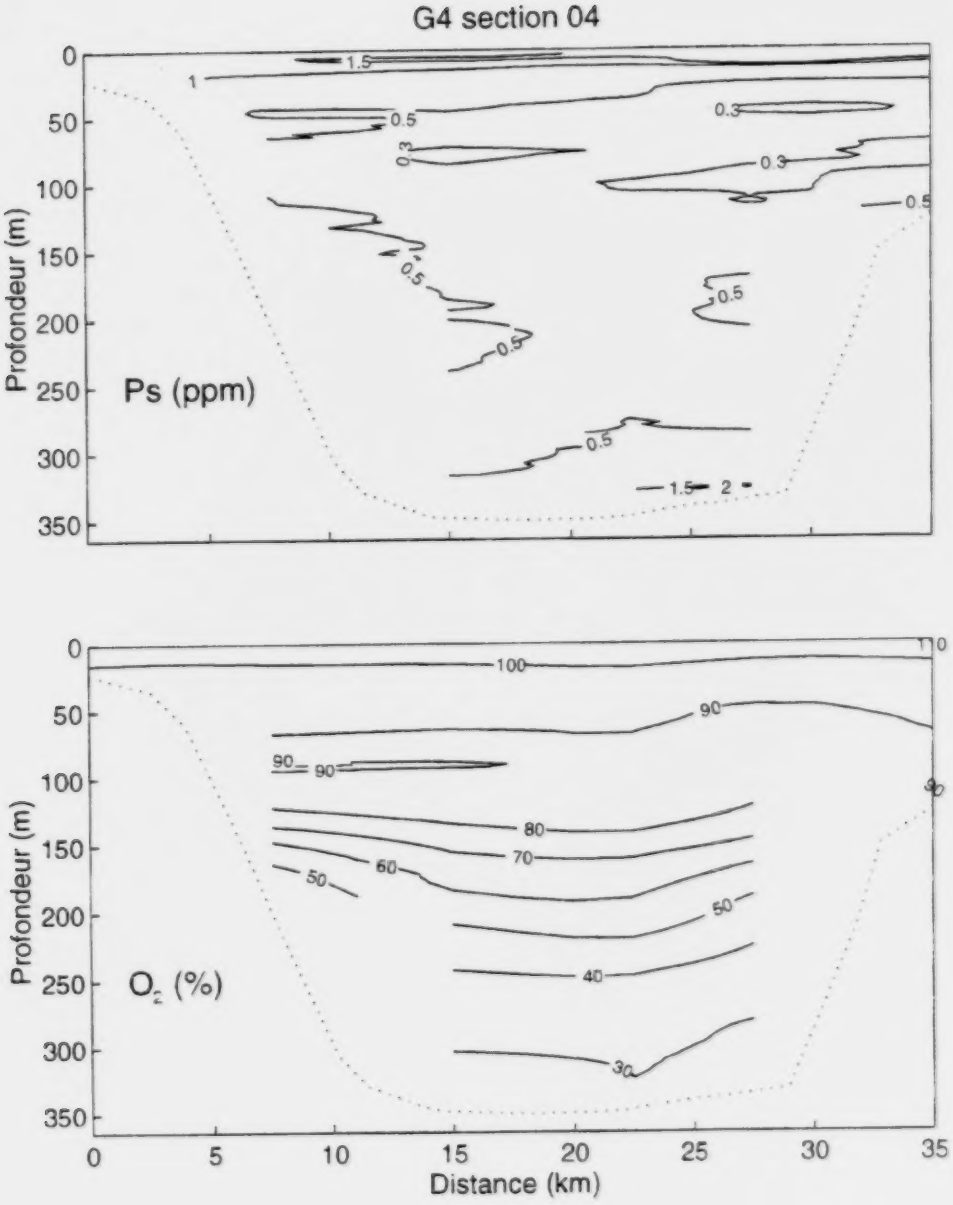

G4 section 07
Profondeur (m)
T (°C)
S (psu)
Distance (km)
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
10
8
6
4
2
0
24
26
28
30
32
34

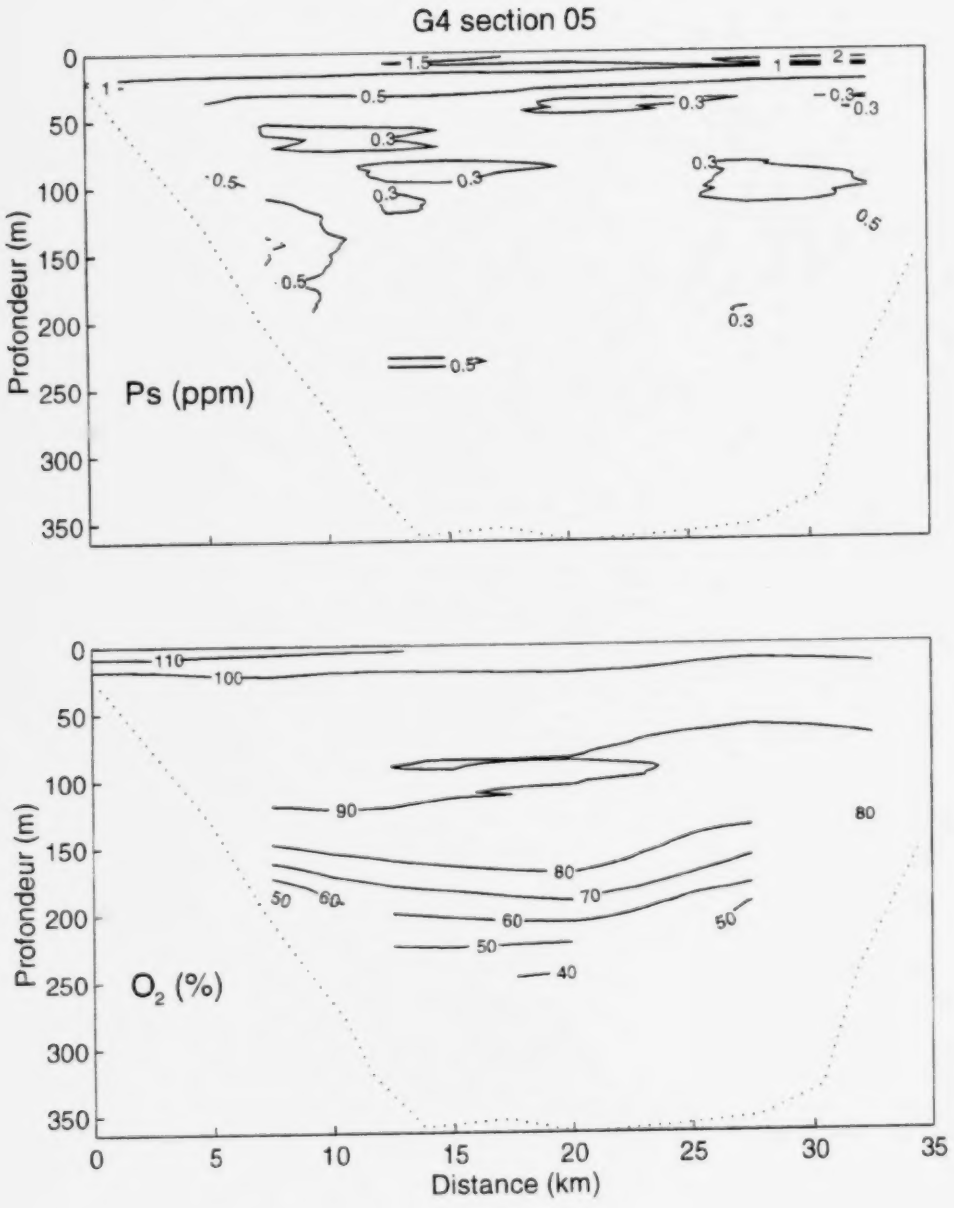

G4 section 00
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1
0.5
0.5
0.3
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
90
85
80
80
70
70
60
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

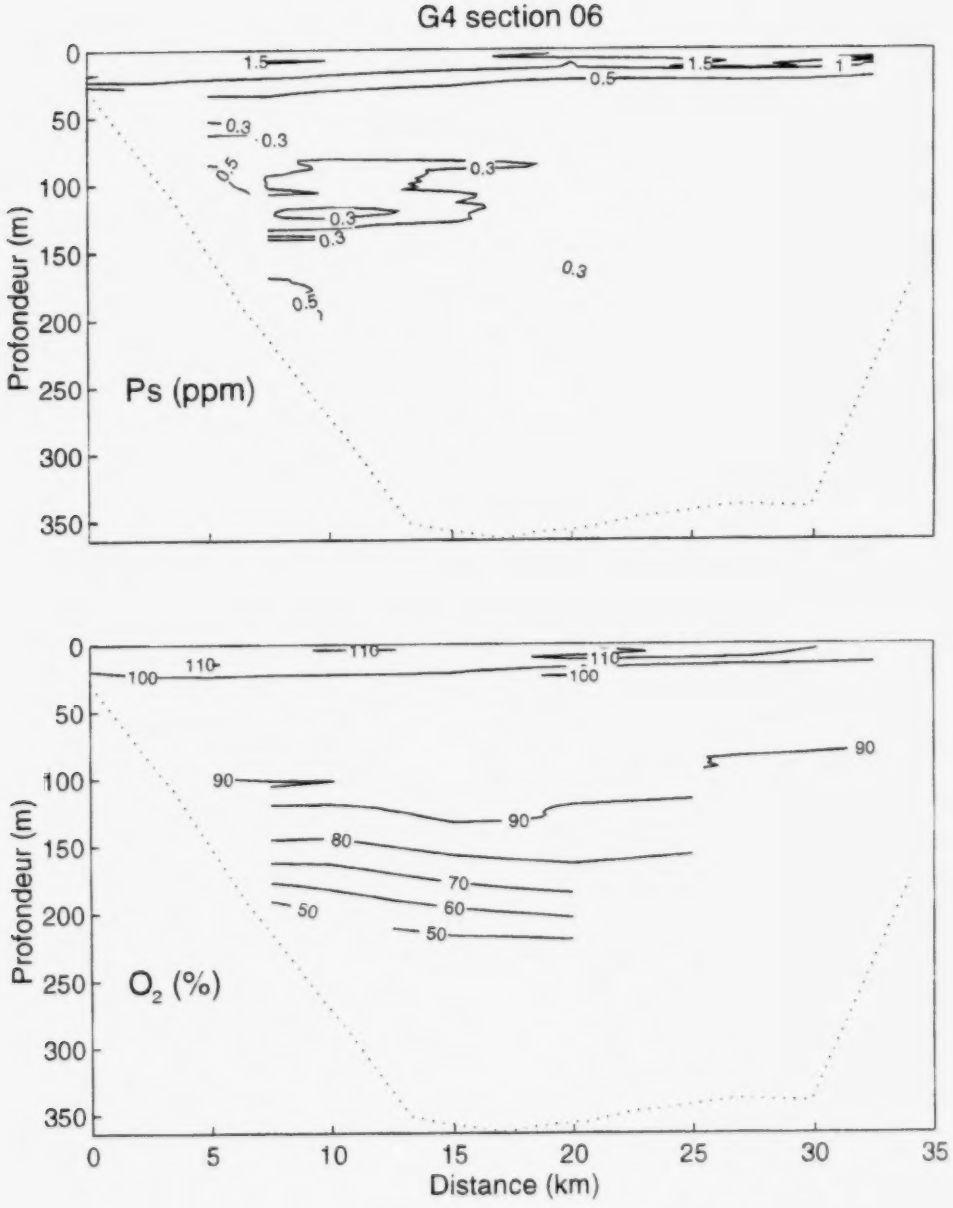

G4 section 01
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
90
80
70
60
50
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

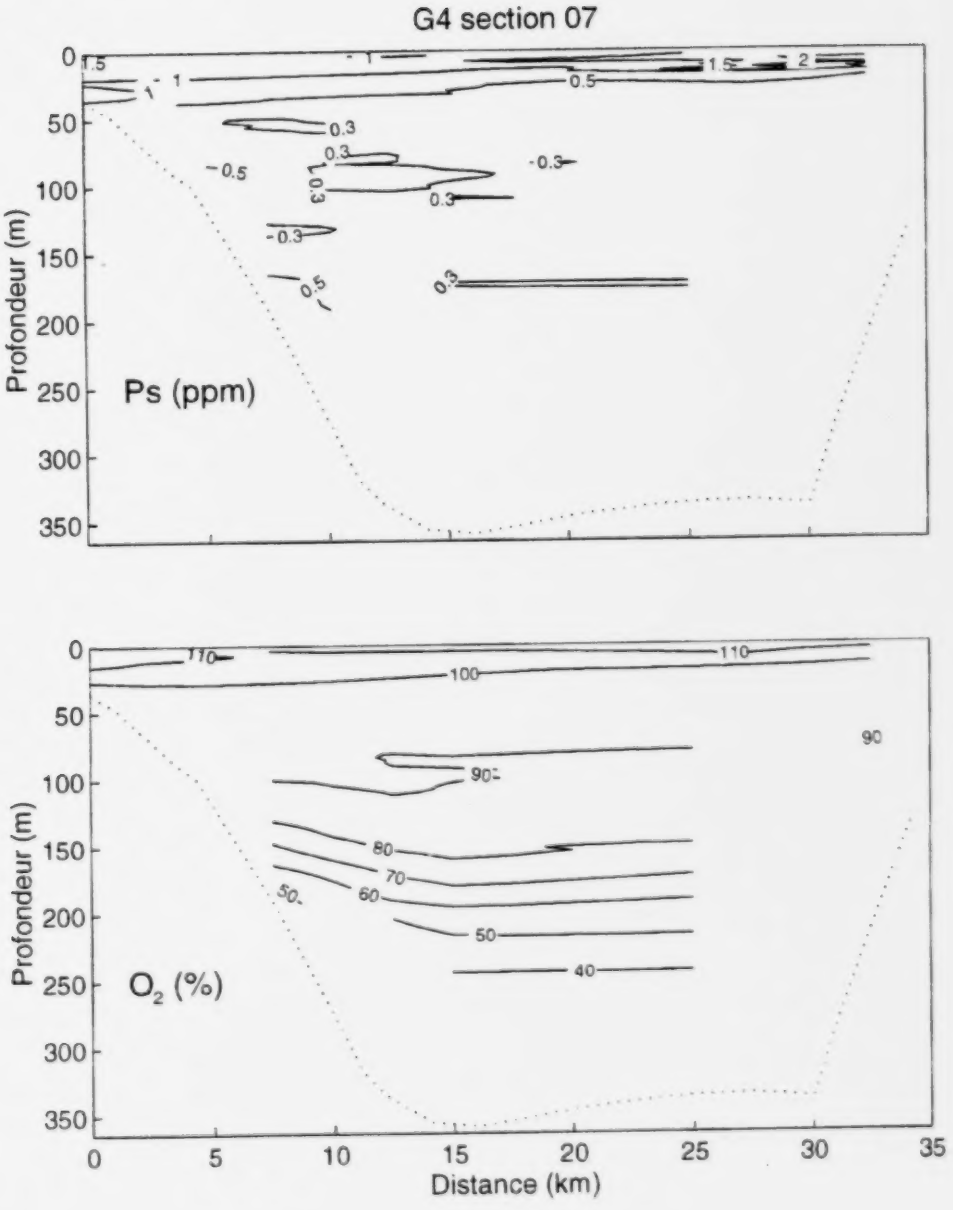

G4 section 02
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
$O_2$ (%)
100
90
90
80
70
60
50
40
40
30
30
Distance (km)

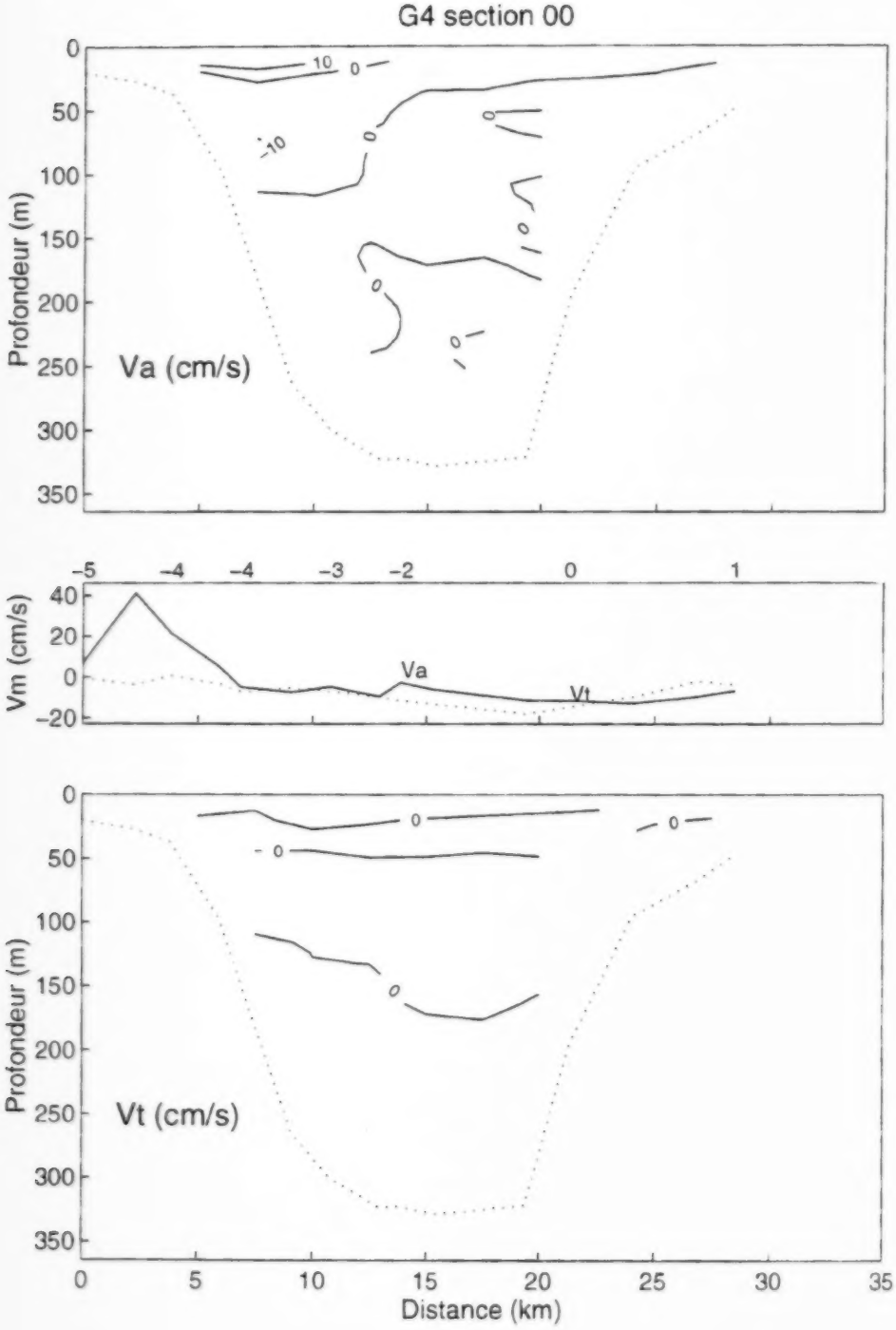

G4 section 03
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.5
0.5
0.5
0.3
0.3
0.5
0.5
7
$O_2$ (%)
100
90
80
70
60
50
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

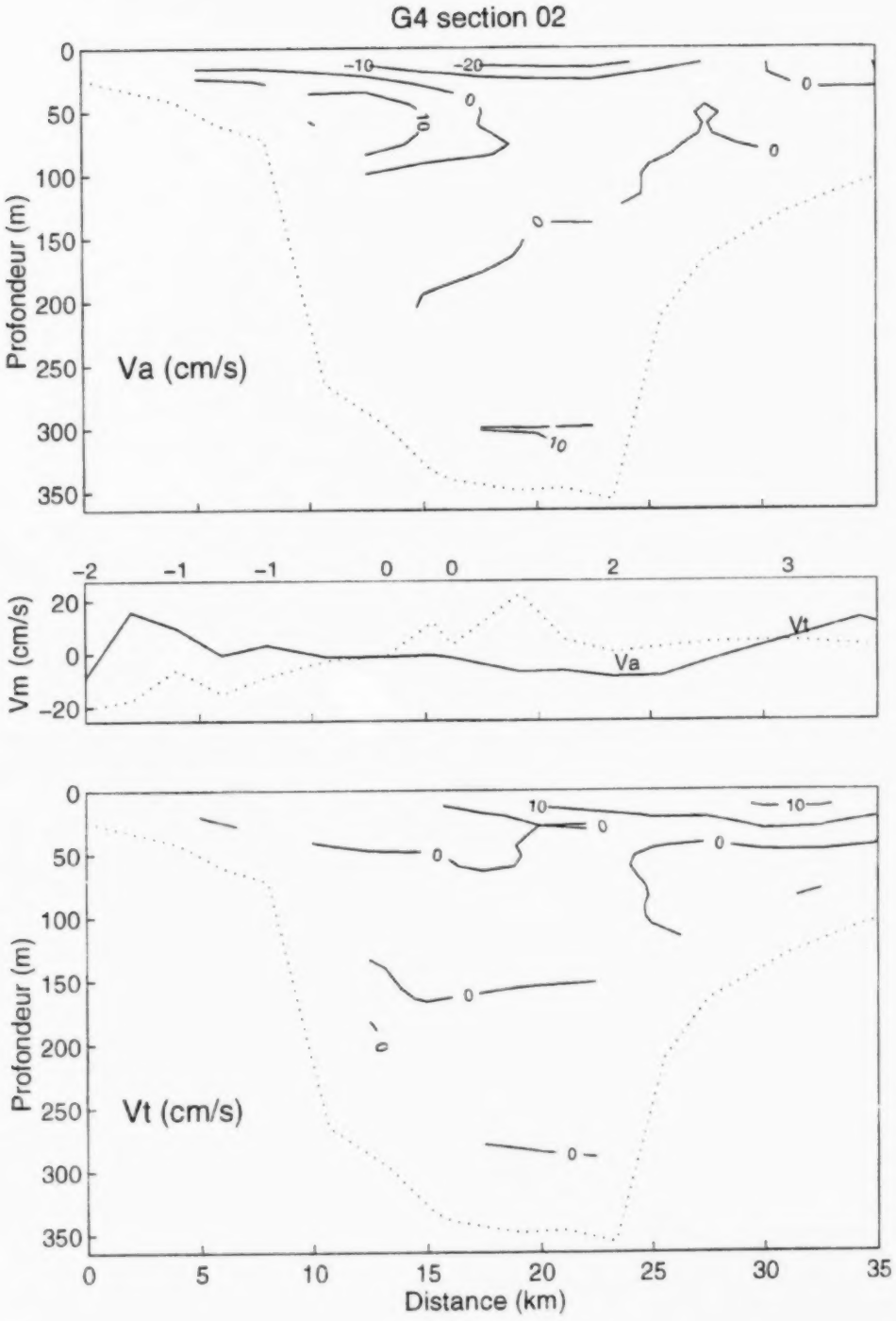

G4 section 04
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.3
0.5
0.5
0.5
0.5
0.5
1.5
2
$O_2$ (%)
100
90
90
90
80
70
60
50
50
40
30
0
50
100
150
200
250
300
350
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

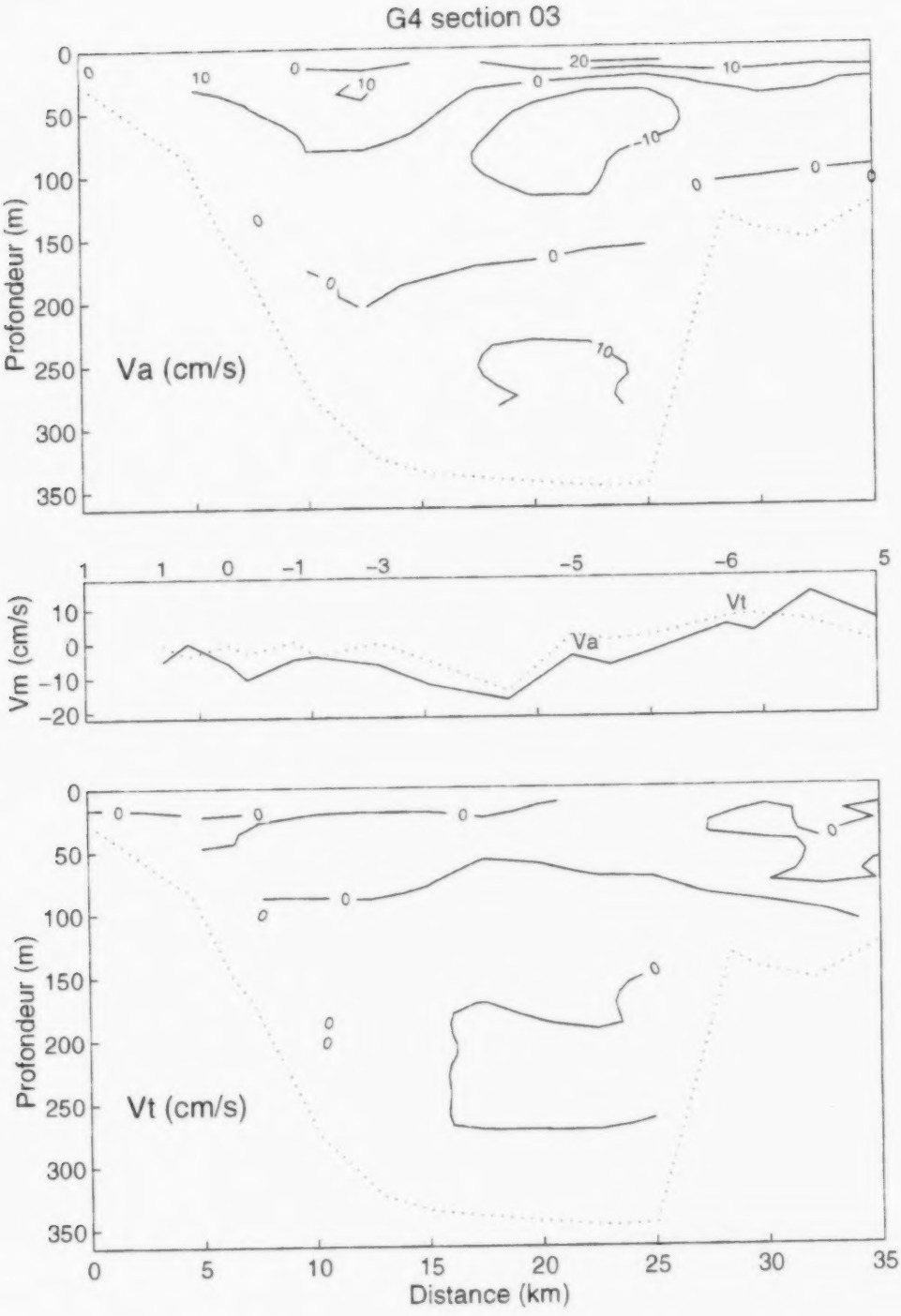

G4 section 05
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
2
0.5
0.3
0.3
0.3
0.3
0.5
0.3
0.5
0.3
0.5
0.3
0.5
0
50
100
150
200
250
300
350
Profondeur (m)
O2 (%)
110
100
90
80
80
70
60
60
50
50
40
0
5
10
15
20
25
30
35
Distance (km)

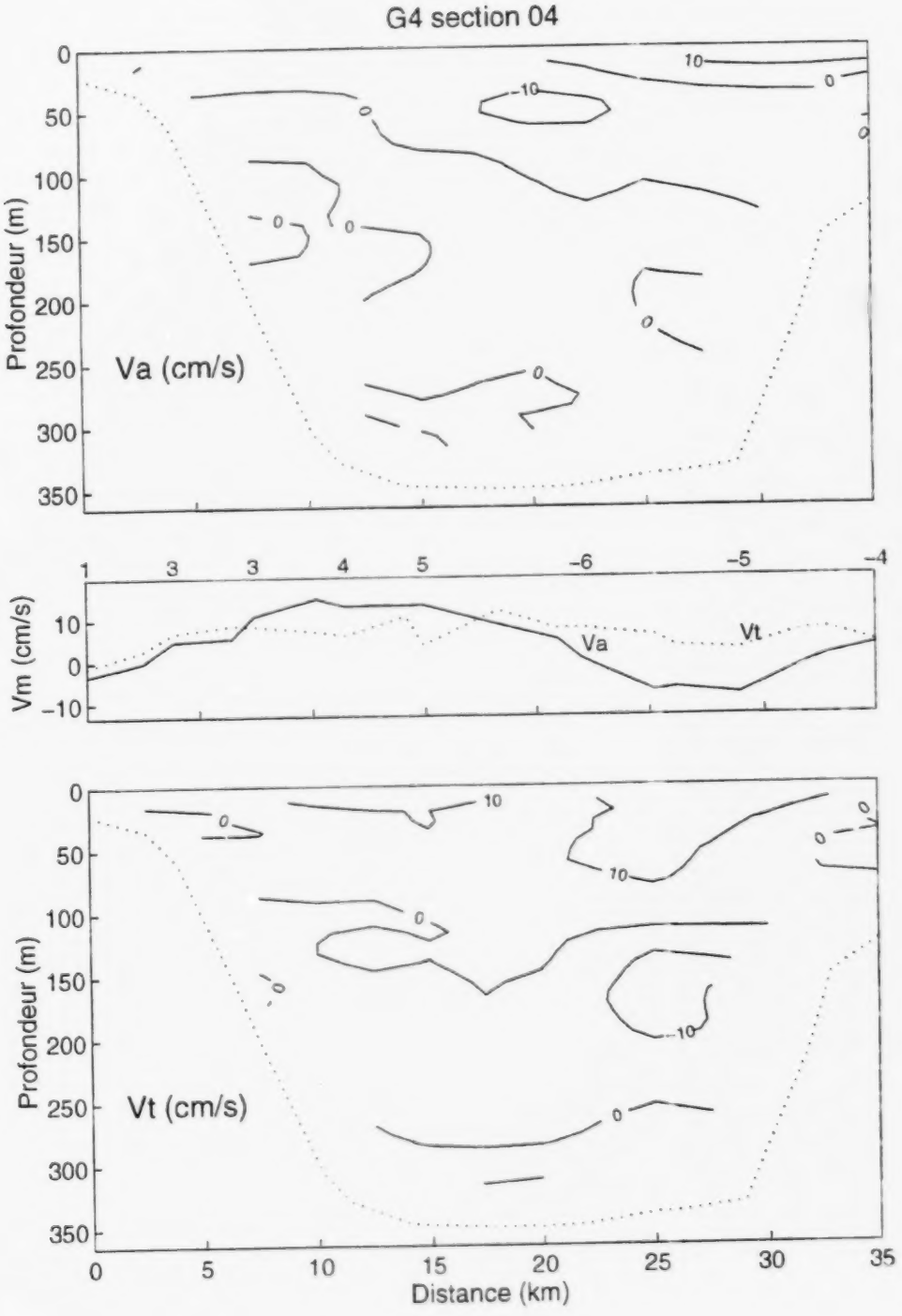

G4 section 06
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
0.5
0.3
0.5
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
Distance (km)

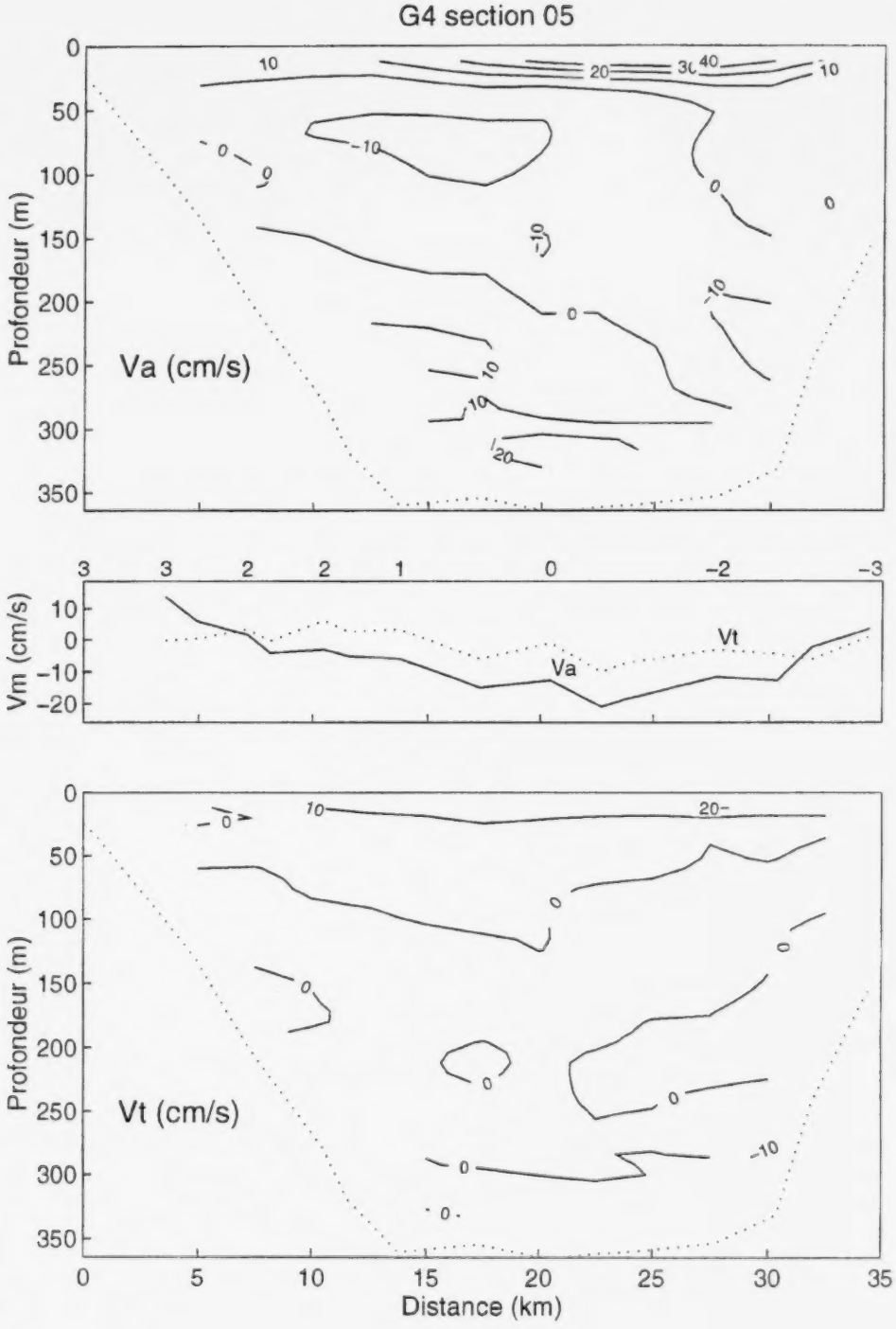

G4 section 07
Profondeur (m)
Ps (ppm)
1.5
1
0.5
0.3
-0.5
-0.3
$O_2$ (%)
110
100
90
80
70
60
50
40
Distance (km)
0
5
10
15
20
25
30
35
50
100
150
200
250
300
350

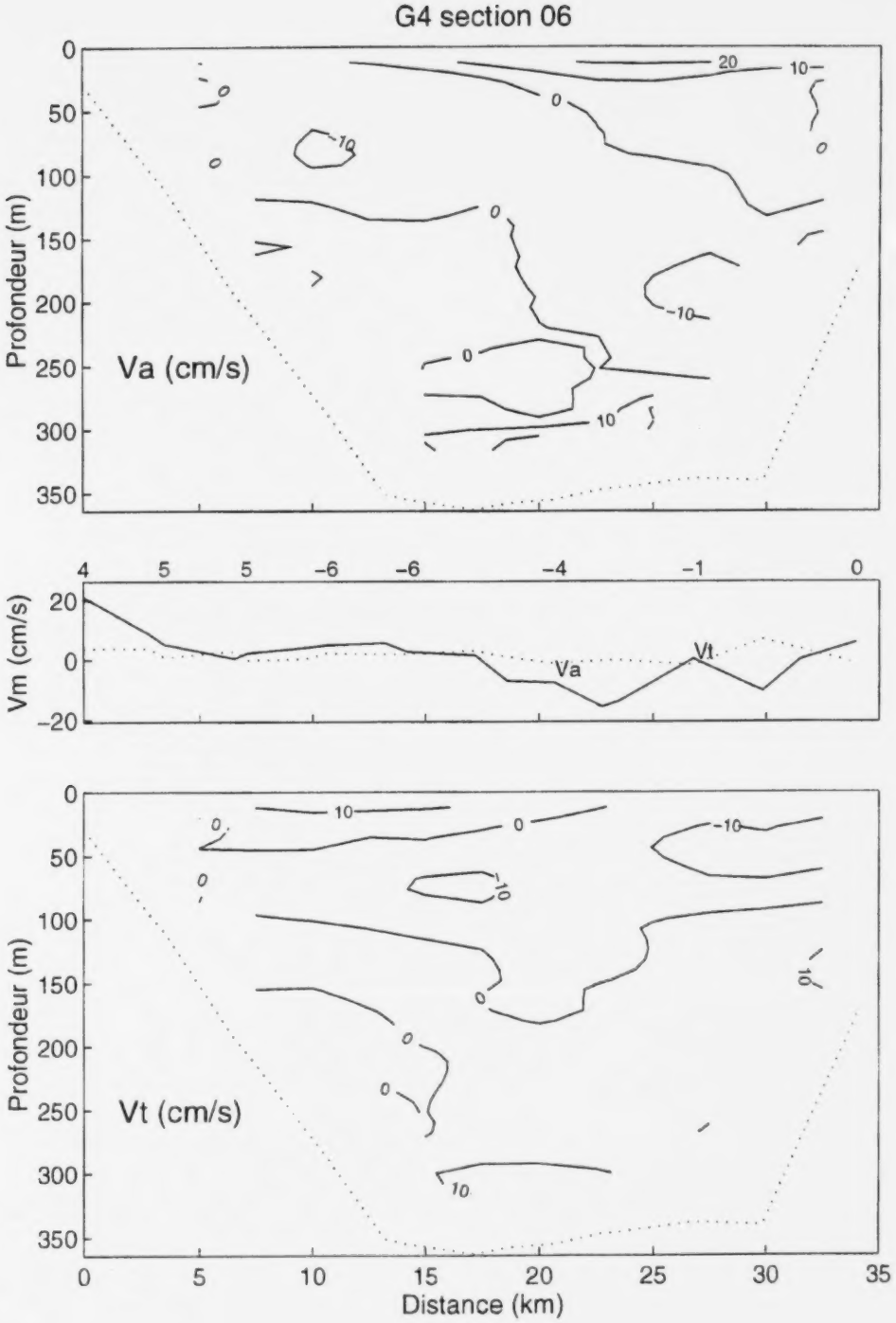

G4 section 00
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)

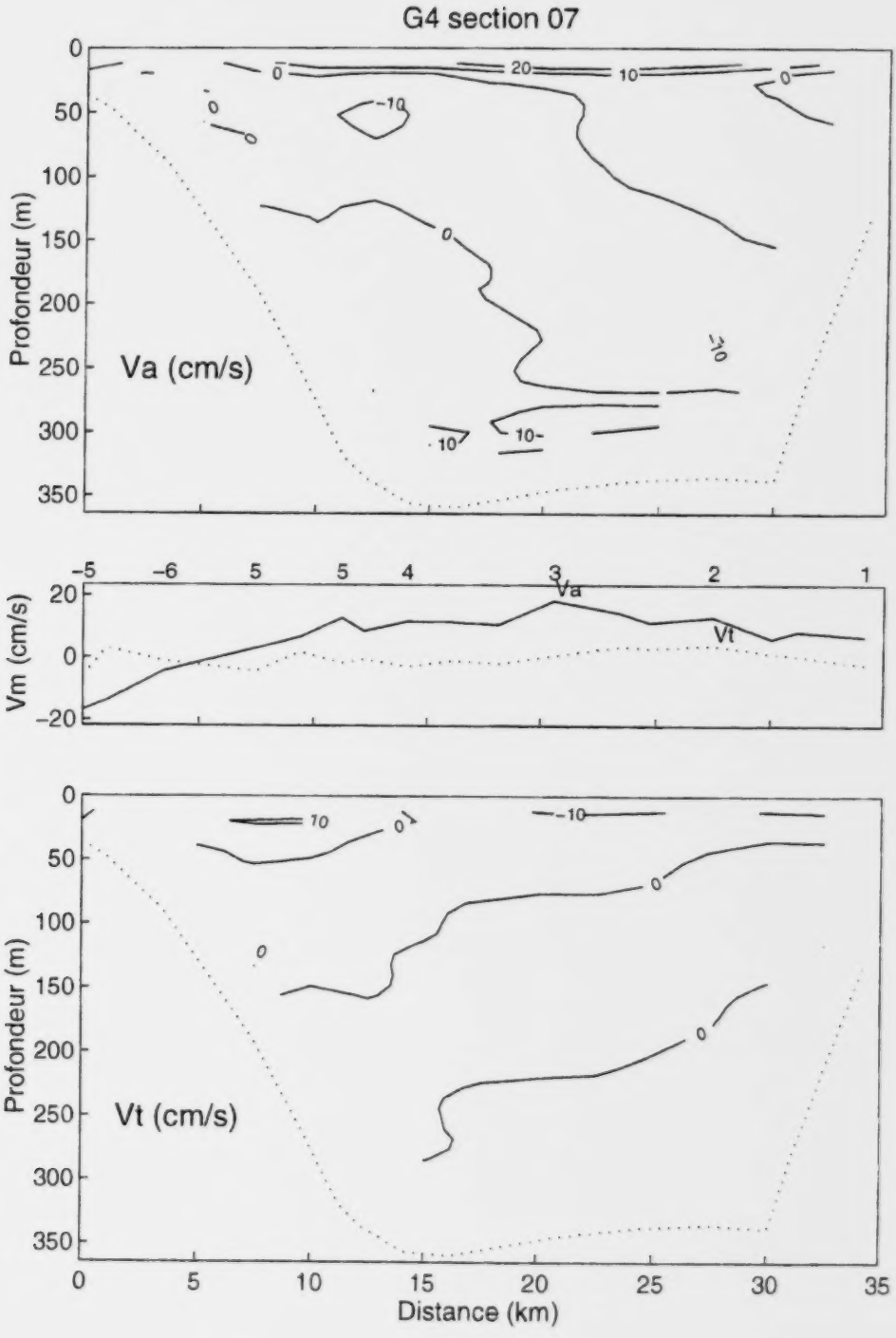

G4 section 02
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Vt
Va
Vt (cm/s)
Distance (km)


G4 section 03
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Vt
Va
Vt (cm/s)
Distance (km)


G4 section 04
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)


G4 section 05
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Vt
Va
Vt (cm/s)
Distance (km)


G4 section 06
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)


G4 section 07
Profondeur (m)
Va (cm/s)
Vm (cm/s)
Va
Vt
Vt (cm/s)
Distance (km)